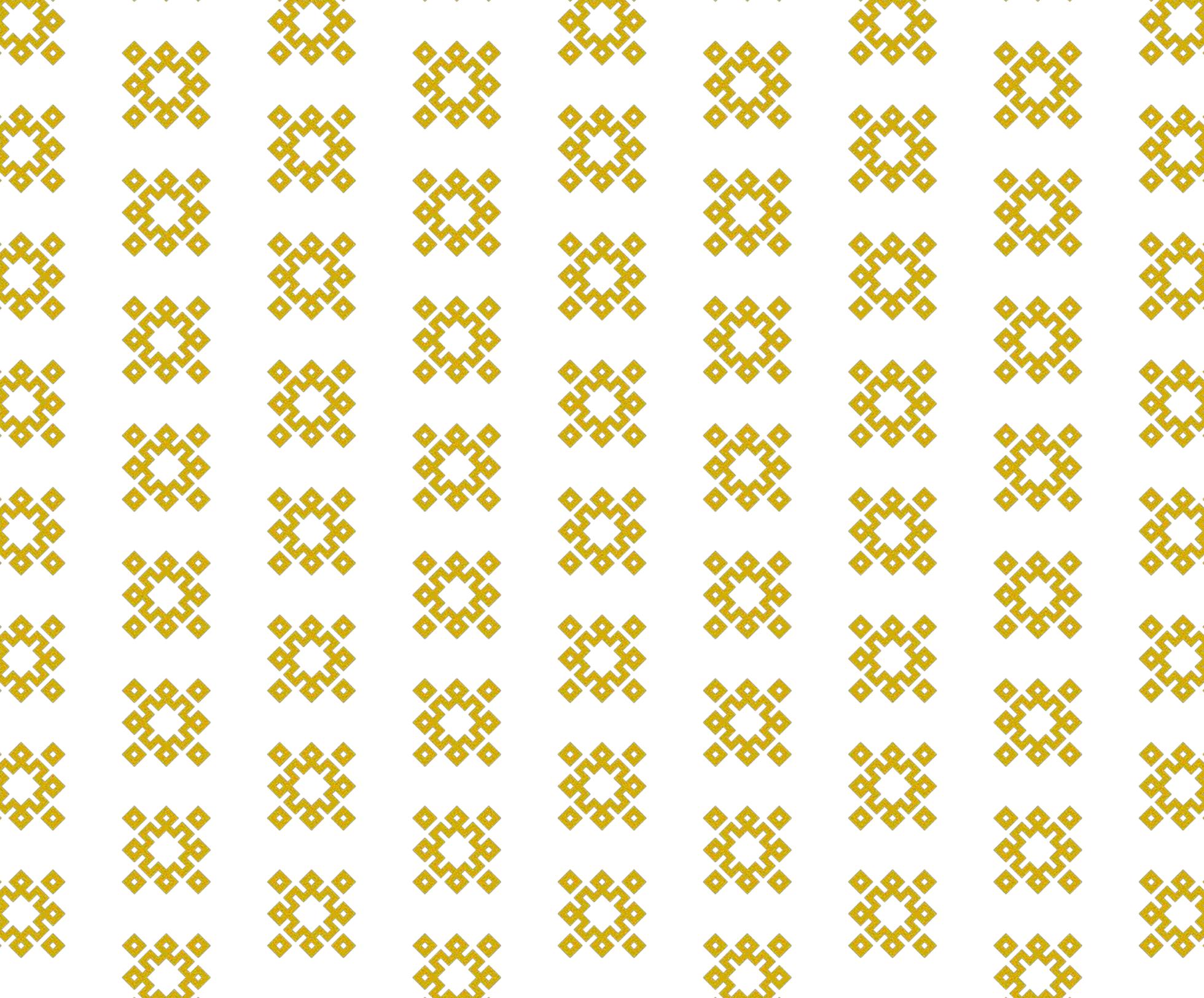




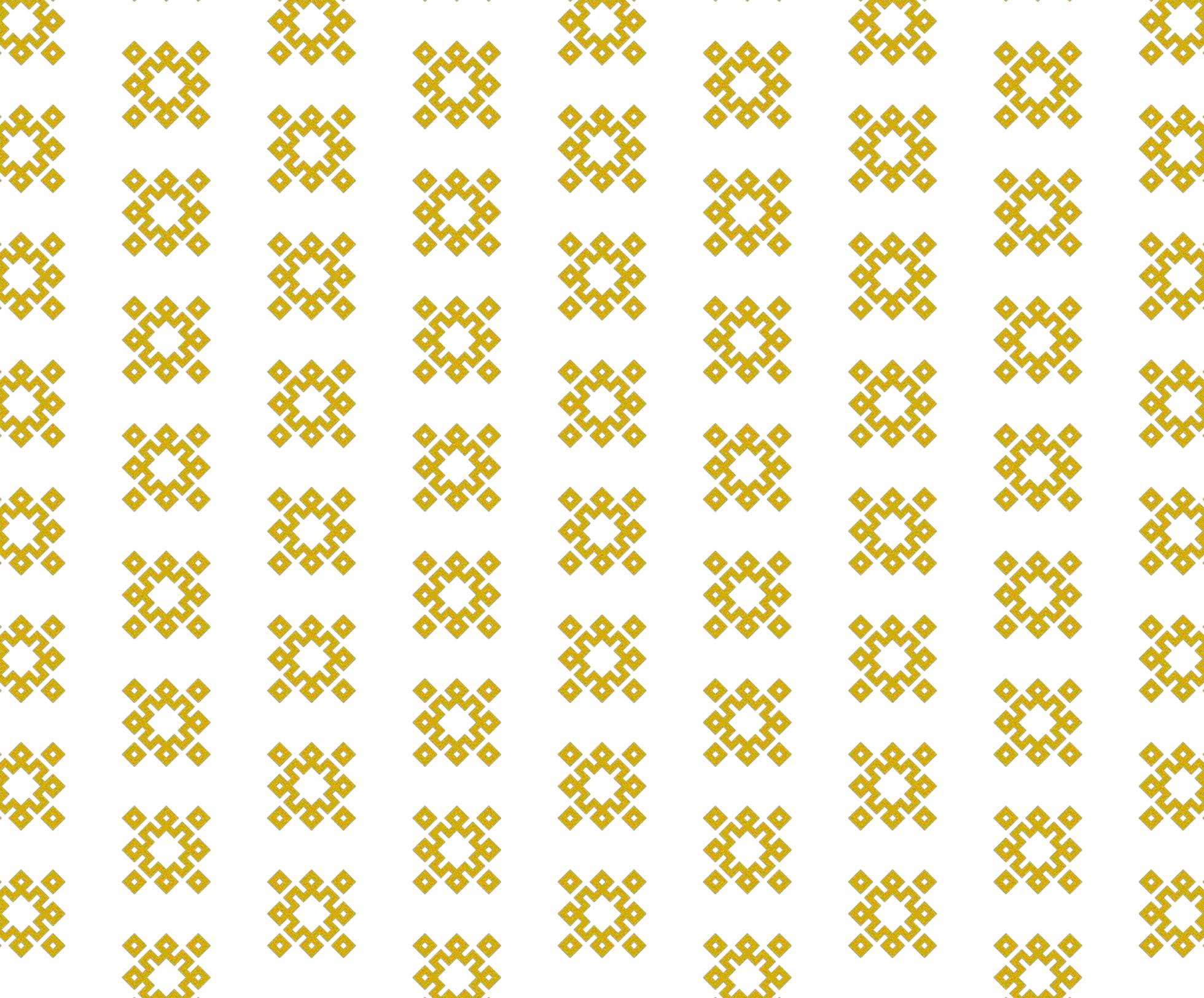
DIALOGANDO **LO** AMBIENTAL,

compartiendo experiencias e
intercambiando saberes



DIALOGANDO **LO** AMBIENTAL,

compartiendo experiencias e
intercambiando saberes





SEDEMA

Secretaría de
Medio Ambiente

FAV

Fondo Ambiental
Veracruzano

Este libro es financiado por el Fondo Ambiental Veracruzano, el cual forma parte de un entregable del Proyecto Estratégico de la Dirección General de Vinculación social de Secretaria de Medio Ambiente del Estado de Veracruz (SEDEMA), que lleva por título “Generar herramientas y mecanismos de capacitación que permitan incentivar la ejecución de acciones orientadas a mitigar la contaminación a través de la educación ambiental en el estado de Veracruz”

**Dialogando lo Ambiental, compartiendo experiencias
e intercambiando saberes.**

Primera edición como publicación electrónica / Febrero de 2020

Derechos reservados por los autores

Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Veracruz

ISBN: **978-607-8716-02-9**

CÓDICE / Taller Editorial

Violeta - 7 Colonia Salud

CP 91070 Xalapa, Ver.

codice@xalapa.com

Diseño Editorial y Gráfico: Miguel Montero

montero2193@gmail.com

Imágenes por orden de autor:

Miguel Montero: págs. 30 y 290

pexels.com: págs. 11, 24, 27, 58, 61, 67, 77, 80, 81, 114, 115, 116, 138, 157, 166, 187, 192, 208, 211, 217, 222, 232, 233, 234, 238, 255, 256, 262, 274, 277, 289, 298, 303, 307, 308 y 330.

pxhere.com: págs. 18, 35, 41, 86, 104, 111, 161, 184, 225, 310 y 329.

stockvault.net: págs. 16, 17, 36, 47, 57, 82, 89, 113, 118, 136, 137, 158, 181, 182, 183, 189, 207, 219, 228, 268, 293, 300, 319 y 322.

El contenido de cada capítulo es responsabilidad
de los autores que lo firman.

Bajo la lógica de la SEDEMA y en apoyo a la divulgación del
conocimiento, se permite la reproducción parcial o total de la obra;
solo se solicita la cortesía de citarlo.

DIALOGANDO LO AMBIENTAL,

compartiendo experiencias e
intercambiando saberes

COORDINADORES

Gonzalo Ortega Pineda

Danú Alberto Fabre Platas

Yessenia Idaly Cano Polo



VERACRUZ
GOBIERNO
DEL ESTADO



SEDEMA
Secretaría de
Medio Ambiente



ME LLENA DE ORGULLO



PATROCINIO

FAV

Fondo Ambiental Veracruzano

“Operado con recursos del **FAV 2019** del proyecto Generar herramientas y mecanismos de capacitación que permitan incentivar la ejecución de acciones orientadas a mitigar la contaminación a través de la Educación Ambiental en el Estado de Veracruz”.



**DIRECTORIO GOBIERNO
DEL ESTADO DE VERACRUZ
DE IGNACIO DE LA LLAVE**

Ing. Cuitláhuac García Jiménez

GOBERNADOR CONSTITUCIONAL
DEL ESTADO DE VERACRUZ
DE IGNACIO DE LA LLAVE

Lic. María del Rocío Pérez Pérez

SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE

MVZ. Rafael Galina Pantoja

SUBSECRETARIO DE FOMENTO
Y GESTIÓN AMBIENTAL DE LA
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE

Ing. Salvador Pérez Gallardo

SECRETARIO TÉCNICO DEL
FONDO AMBIENTAL VERACRUZANO

Introducción.....	12
-------------------	----

El entorno y el actuar con ello...

Proyecto La Flota: El valor de especies de Veracruz y México en los ecosistemas.....	18
--	----

VERA LAURA SPINDLER DÍAZ

Sericicultura: Subsistema regenerador de la conciencia colectiva.....	36
---	----

***EMMANUEL HERRERA MARTÍNEZ,
MARISOL MONTES DELGADO***

Aptitud territorial de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos en Veracruz.....	58
---	----

***ANDRÉS DE LA ROSA PORTILLA, LAURA C. RUELAS MONJARDÍN Y
JORGE ALBERTO CORTÉS MORALES***

Propuesta de capacitación para crear una cultura ambiental en el manejo de residuos sólidos urbanos en el Instituto Tecnológico de Minatitlán.....	82
--	----

***ESTHER GARCÍA GIL, HEIDY LOURDES RODRÍGUEZ CASANOVA,
LILIANA GABRIELA HERNÁNDEZ POBLETE, YOMARA ABIGAIL ZAPATA HERNÁNDEZ***

Cuidando el ambiente y educando al sujeto

Proyectos educativos integradores: modelo para la educación ambiental.....	116
--	-----

***DINORA VÁZQUEZ LUNA, MARÍA GISELA VELÁZQUEZ SILVESTRE,
MARÍA DEL CARMEN CUEVAS DÍAZ, DANIEL ALEJANDRO LARA RODRÍGUEZ***

Avances y retos de la educación ambiental en municipios de Veracruz	138
---	-----

***MARÍA DE LOS ÁNGELES CHAMORRO ZÁRATE,
HÉCTOR V. NARAVE FLORES***

La importancia de la participación ciudadana en la educación ambiental para lograr incidencia en las políticas públicas.....	158
--	-----

***TEODORO BRAVO GABRIEL,
ADA JACQUELINE RIVERA VILLAMARÍN***

Concientización con niños de primaria sobre el uso de ecotecnologías para el buen manejo del agua.....	184
--	-----

***IRMA ZITÁCUARO,
J. LUIS MARÍN-MUÑIZ***

Estrategias de educación ambiental sobre ecotecnologías con estudiantes de universidad en Huatusco, Veracruz, México	208
--	-----

MONSERRAT VIDAL ÁLVAREZ

Agua pasa por mi casa, por mi pueblo y por mi vida

Día mundial del agua. A diez años de un proceso
de educación ambiental en Coatzacoalcos.....234

***ROBERTO CARLOS MORENO QUIRÓS, AMÉRICA ISABEL ORTIZ CARMONA,
SARA NÚÑEZ CORREA, MARÍA DEL CARMEN CUEVAS DÍAZ***

Comités locales para el suministro de agua.....256

***LAURA C. RUELAS MONJARDÍN, ANDRÉS DE LA ROSA PORTILLA
Y CIRCE A. URRUTIA REYES***

¿Qué 100 años no es nada?
Acciones colectivas en la gestión comunitaria del agua.....274

***ADRIANA GUZMÁN REYES,
DANÚ ALBERTO FABRE PLATAS***

Impacto de la cafeticultura
en la contaminación del agua.....290

***LAURA C. RUELAS MONJARDÍN, ROSA MARÍA ARIAS MOTA,
LINA RODRÍGUEZ RAMOS***

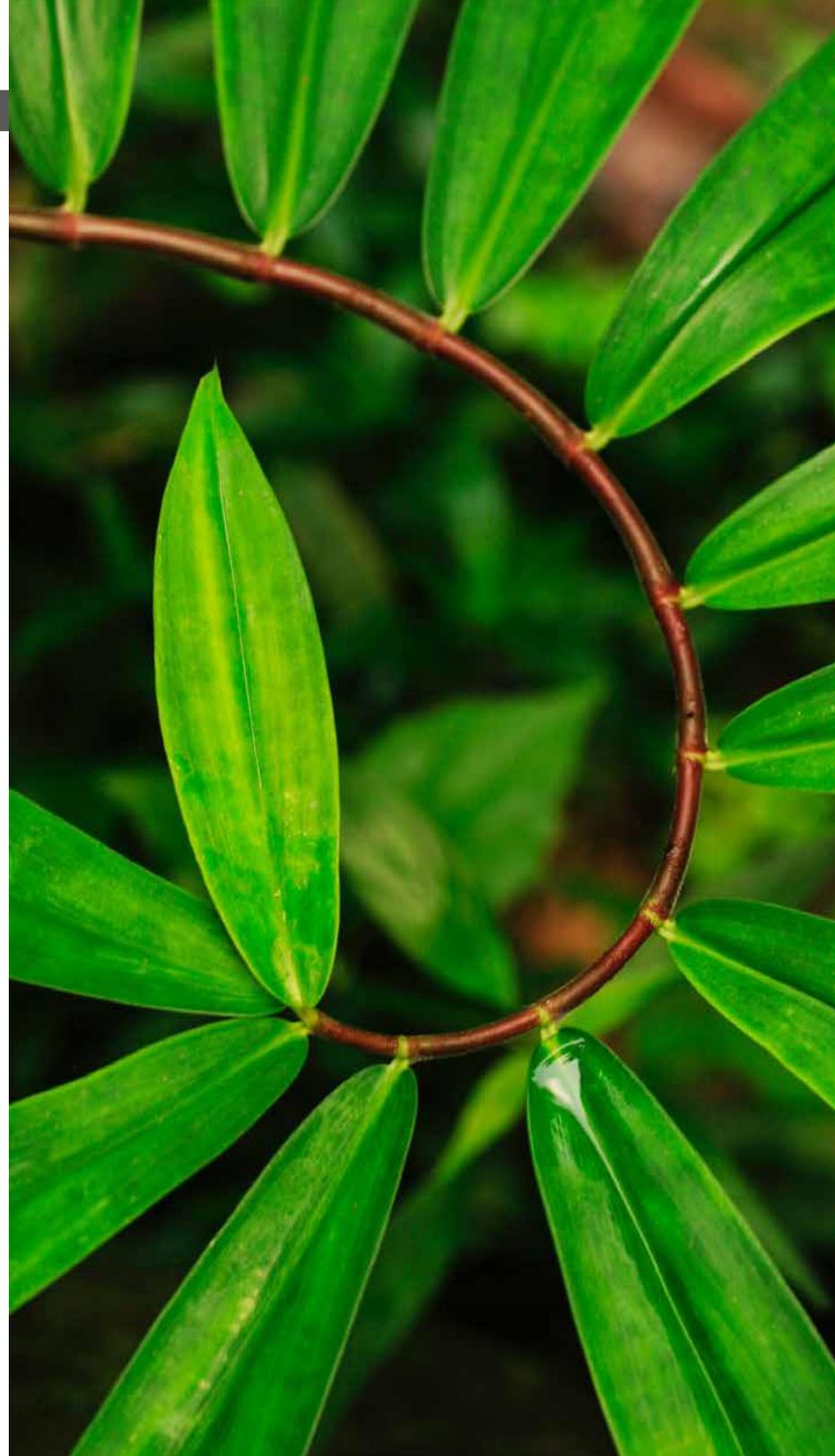
Campaña de uso de
celdas de combustible microbianas.....308

***ARELI DEL CARMEN ORTEGA MARTÍNEZ, MARÍA DEL CARMEN CUEVAS DÍAZ,
ALONDRA PÉREZ MARTÍNEZ, MILENA DEL CARMEN PAVÓN REMES***

Coordinadores.....330

Autores.....332

Disposiciones y excepciones.....344





INTRODUCCIÓN

Dialogando lo ambiental, compartiendo experiencias e intercambio de saberes, es un documento que emerge bajo la visión de la Secretaría de Medio Ambiente (SEDEMA) del Estado de Veracruz, al ser la dependencia de la Administración Pública Estatal responsable del medio ambiente, que genere e impulse el desarrollo y crecimiento sostenible del Estado y sus habitantes, en armonía y equilibrio con el patrimonio natural, sin duda nos encontramos ante un gran reto, por lo que es necesario contar con la participación de la ciudadanía y de los expertos en cada uno de los temas, es por esto que se somete ante el Comité del Fondo Ambiental Veracruzano (FAV), el proyecto estratégico “Generar herramientas y mecanismos de capacitación que permitan incentivar la ejecución de acciones orientadas a mitigar la contaminación a través de la educación ambiental” de la Dirección General de Vinculación Social de la SEDEMA. Uno de los resultados del proyecto es el fomentar que la ciudadanía pueda participar de forma directa en la toma de decisiones que impacten en su entorno, mediante la instalación de los Consejos Consultivos Municipales de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de cada Ayuntamiento.

Para que los consejos puedan hacer propuestas encaminadas a la mejora de las condiciones medio ambientales de cada uno de sus ayuntamientos, surge la necesidad de compartir experiencias y reflexiones de los expertos, los cuales bajo un análisis de las diferentes situaciones del entorno, de la educación ambiental y del tema de agua, contribuyen en la conceptualización del entorno ambiental, mediante el dialogo de los saberes, poniendo al lector en un entendimiento del problema ambiental que vivimos en nuestra época , pero al mismo tiempo ofrecen alternativas de solución.





En la actualidad cuando se habla del cuidado ambiental no se está haciendo referencia únicamente a no tirar basura, reutilizar, reciclar, cerrar las llaves cuando no se utiliza el agua, pues cuando se habla del cuidado ambiental las personas pueden construir sus propias representaciones sociales que configuran su propio sentido dirigido al cuidado del medio ambiente.

En la elaboración del documento final que hoy, estimado lector, usted tiene en sus manos o en su caso en el monitor de su dispositivo electrónico, representa el esfuerzo de 37 participantes de diferentes instituciones educativas, diferentes formaciones y regiones del territorio estatal, pero con una mirada interdisciplinaria que busca promover con el dialogo de las ideas mejorar la situación ambiental que vivimos actualmente, construyendo una comunidad informada y concientizada de su entorno.

Es por ello que **“Dialogando lo ambiental, compartiendo experiencias e intercambiando saberes”** es un libro que pretende incitar a una reflexión ética, política y pedagógica en el marco de la educación ambiental, desde esta perspectiva los trabajos presentados se encuentran inmersos en el ámbito formal retomando contenidos educativos, pero sin dejar de lado la práctica que es construida desde su experiencia.

El dialogo de los diferentes saberes, pretende ser un camino en la construcción de la sostenibilidad, reconociendo la fuerza del conocimiento, que será la que empuje hacia un horizonte casi utópico, pero sin lugar a dudas es una fuente de energía que motiva a seguir reinventando un mundo donde el cambio sea posible, donde los ecosistemas se reinventen y reconstruyan, en un mundo en el que podamos decir a las futuras generaciones que logramos afrontar los retos, venciendo a ese monstruo de mil cabezas llamado, contaminación ambiental.





Este primer ejercicio de compilar los trabajos de diferentes enfoques disciplinares, es un esfuerzo por buscar que lo utópico no solo sea un ilusión, sino un proceso para fabricar una realidad, en la cual nos reivindicamos como sociedad aplicando el Saber-Hacer.

Tema que ha cobrado fuerza en los últimos años teniendo un desarrollo teórico sobre la educación ambiental y una amplia discusión sobre su objeto de estudio, este libro corresponde a una selección de trabajos presentados ante la Dirección General de Vinculación Social de la Secretaría de Medio Ambiente, en el que se pretende sea una contribución para profundizar y enriquecer el sentido formativo de las propuestas educativo ambientales que se trabajan desde diversos escenarios locales y regionales de nuestro estado invitando a repensar las propuestas de educación ambiental desde lo complejo para generar prácticas que transformen el modo de tratar el medio ambiente.

De esta manera en el **capítulo I. El entorno y el actuar en ello**, los autores a partir del trabajo centrado en temas como cultura ambiental, conciencia, aptitud territorial y el valor de las especies en los ecosistemas proponen un nuevo escenario para el actuar profesional transformando el modo de tratar al medio ambiente implementando estrategias didácticas entorno a cada uno de los temas propuestos.





En el **capítulo II. Cuidando el ambiente y educando al sujeto**, los autores realizan un trabajo de investigación acción participativa con contenidos de orden ambiental bajo el contexto educativo formal desde primaria a universidad, también se trabaja en el ámbito no formal tomando en cuenta la sociedad civil a través de la elaboración de programas de capacitación en educación ambiental que tengan como principal objetivo enseñar a la población las causas, efectos, prevención y protección del cuidado del medio ambiente.

En este mismo orden de ideas en el **capítulo III. Agua pasa por mi casa, por mi pueblo y por mi vida**, los autores realizan un análisis sobre contaminación y calidad del agua planteando la necesidad de diseñar nuevas propuestas de prevención e intervención para el cuidado del agua, presentando diferentes trabajos que plantean la necesidad de armonizar los procesos de uso del recurso hídrico diseñando proyectos y programas que disminuyan el impacto negativo del uso del agua y propicie un sistema para el uso adecuado del recurso hídrico.

Por último, desde la perspectiva de **“Dialogando lo ambiental, compartiendo experiencias e intercambiando saberes”** planteamos la oportunidad y el desafío de pensar escenarios futuros, posibles, construibles y al mismo tiempo gestionar a partir de la participación colectiva los procesos de decisión para obtener en consecuencia una educación ambiental comprometida a reducir el impacto ambiental.





CAPÍTULO 1

*EL ENTORNO Y
EL ACTUAR CON ELLO...*





**PROYECTO LA FLOTA:
EL VALOR DE ESPECIES DE VERACRUZ Y
MÉXICO EN LOS ECOSISTEMAS**

PROYECTO LA FLOTA: EL VALOR DE ESPECIES DE VERACRUZ Y MÉXICO EN LOS ECOSISTEMAS

VERA LAURA SPINDLER DÍAZ

RESUMEN

Es imprescindible la unión de esfuerzos, para lograr avances significativos en la conservación del patrimonio natural. La contaminación, deforestación y el cambio climático, son factores causales directos de la extinción de especies. Una manera de contribuir a frenar la pérdida de biodiversidad es sensibilizar a la sociedad sobre las acciones que amenazan el equilibrio de los ecosistemas. Por ello, propongo un proyecto en escuelas de educación básica de Veracruz cuyo propósito es generar conciencia sobre la importancia de especies nativas de México y su papel ecológico en los ecosistemas.

Al poner en marcha talleres, que vayan acorde a la propuesta curricular y que sean planeados con los docentes, espero involucrar a niños y padres, a fin de que los alumnos y los adultos de su entorno próximo desarrollen una conciencia ambiental sobre la importancia de la biodiversidad. Propongo la creación de material referente a educación ambiental que se relacione con temas incluidos en las asignaturas de Ciencias Naturales y Geografía. Estos recursos de apoyo se utilizarán en las actividades extracurriculares que forman parte de este proyecto para difundir información atractiva sobre los procesos que ocurren en los ecosistemas, problemáticas ambientales y posibles soluciones.

De esta manera, aspiro promover un trabajo colaborativo con la intención de promover el interés en temas de conservación y el adecuado manejo de la naturaleza. Como resultado de esta estrategia, más personas podrán sumarse a los esfuerzos de conservación, y se podrán prevenir daños al ambiente o mitigar el deterioro ya existente.

ORIGEN Y FUNDAMENTACIÓN DEL PROYECTO

PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD

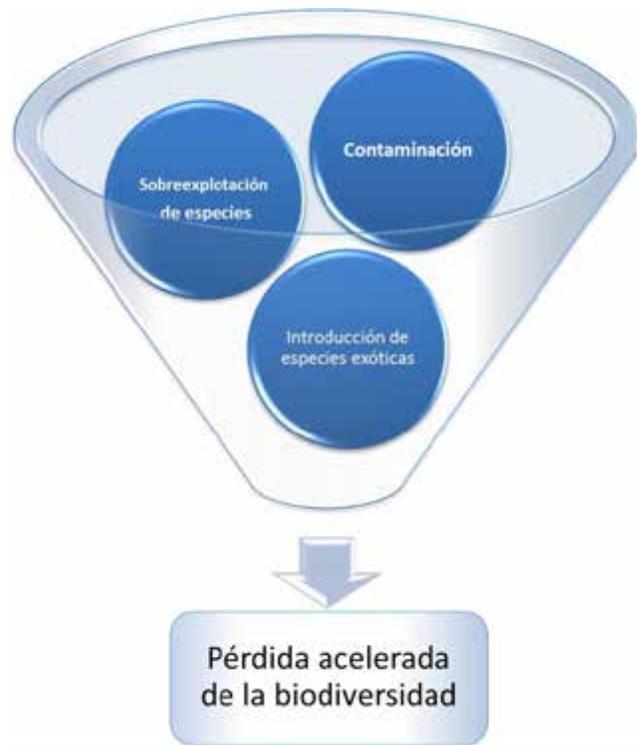
Los expertos en el tema consideran que en el presente estamos viviendo la sexta extinción masiva (Martínez-Meyer *et al.*, 2014). Se le conoce como extinciones masivas a los procesos caracterizados por una “tasa de extinción de especies [...] varios órdenes de magnitud más acelerada que en un periodo normal” (Martínez-Meyer *et al.*, 2014). En la actualidad, la tasa de extinción estimada resulta aproximadamente 6 500 veces más acelerada que la tasa “natural” (Martínez-Meyer *et al.*, 2014).

Las extinciones masivas no son frecuentes en periodos relativamente cortos de tiempo. La última extinción masiva sucedió hace 65 millones de años (Wake y Vradsenburg, 2008), en ese tiempo aún no existían los seres humanos (Diez-Martín, 2009). Lo que difiere entre las extinciones masivas anteriores y la que se vive actualmente es el principal elemento causante (Oberhuber, 2004).

Desde hace algunos años se ha alertado sobre el origen antrópico de la pérdida de biodiversidad que se ha reportado actualmente (Castellanos, 2006; Martínez-Meyer *et al.*, 2014). Esta situación sin precedentes no es un evento espontáneo del primer cuarto del siglo XXI; sino que se ha heredado a partir de acciones humanas concretas que se han intensificado en los últimos siglos (Oberhuber, 2004). Se ha señalado que la conservación de la biodiversidad, en siglo XXI, tendría que enfrentar la progresiva presión humana (Halfter, 1995).

Varios autores señalan que los factores causales directos de la extinción de especies son: la contaminación, la deforestación, destrucción de hábitats, la sobreexplotación de especies, la introducción de especies exóticas y el cambio climático (figura 1) (Santamarta, 2001; Martínez-Meyer y *et al.*, 2014). Estas causas que resultan una amenaza para la biodiversidad tienen un común denominador: son originadas en gran medida por los seres humanos (Castellanos, 2006).

Figura 1. Algunos factores causales de la pérdida acelerada de la biodiversidad.



Fuente: Elaboración propia con base en Martínez-Meyer et al. (2014).

IMPORTANCIA DE PROTEGER LA BIODIVERSIDAD Y EVITAR EXTINCIONES ACELERADAS

Según Refoyo *et al.* (2013), “el actual desarrollo está provocando un cambio climático de marcado carácter global reconocido en mayor o menor medida por todos” (p. 98). Aunque varias especies están en peligro de extinción y otras, miles no están no están amenazadas actualmente, sí son vulnerables al cambio climático (Refoyo *et al.* 2013). La naturaleza es diversa y “su capacidad para superar situaciones difíciles y para evolucionar depende justamente de esa heterogeneidad” (Halfter, 1995, p.9).

Las especies que se han extinto en las últimas décadas no pueden volver a resurgir; al no ser individuos aislados. Por ello, de un hilo pende la existencia de muchas otras especies, sobre todo ante el deterioro de los ecosistemas y la progresiva destrucción de hábitats (Refoyo *et al.* 2013). Debido a la gran problemática, gobiernos de varios países han puesto en marcha ciertas medidas para reducir la pérdida de biodiversidad; sin embargo, aún falta mucho por lograr (Refoyo *et al.* 2013).

¿CÓMO “MITIGAR” LA PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD ACELERADA?

Ante el origen antrópico de la pérdida de biodiversidad actual, surge la cuestión de cómo resolver esta problemática. Existen diversas propuestas, que implican poner en marcha políticas públicas a favor de la conservación de las especies. Por ejemplo, en algunos países se propone un sistema de corredores ecológicos (Halfter, 1995).

Otra medida de conservación que es el establecimiento de áreas protegidas, pero esa medida por sí misma “no es garantía para la conservación de una parte importante de la diversidad biológica” (Halfter, 1995, p.12). Poco es el alcance de una política ambiental, si la población humana no conoce las razones que son base de las regulaciones o si no tiene interiorizada la importancia de respetar esa regulación y los efectos benéficos en el ambiente (López y Guerra, 2004).

Según Halfter (1995) “la conservación de la biodiversidad en el siglo XXI tiene que plantearse en forma global, no aislada” (p. 13). Bajo este contexto, resulta esencial la generación de criterios en la población humana sobre la importancia de las especies que forman parte de los ecosistemas y las acciones de la sociedad que repercuten en la existencia de las especies.

PROYECTOS DE EDUCACIÓN AMBIENTAL EN PAÍSES HISPANOHABLANTES

Desde 1989, ha evolucionado la educación ambiental como parte de la formación inicial que reciben los maestros de primaria en Cuba (Morgado et al., 2019). Pero también se han incorporado planes de educación ambiental en las escuelas mismas; por ejemplo, desde 1990 está incorporada la educación para el desarrollo sostenible en el sistema educativo de España (Cano y Bastida, 2019). A partir del 2008, se ha desarrollado el Programa de Educación Ambiental Tierra de Todos en las escuelas ecuatorianas (Benítez et al., 2019).

PROYECTOS SOBRE EDUCACIÓN AMBIENTAL EN MÉXICO

En México, debido al Programa de Modernización Educativa 1989-1994 se ha promovido la educación ambiental (EA) en el nivel básico, pero se afirma que la necesidad de reorientar el sentido de la educación ambiental en el currículo, así como sus formas de intervención (Terrón-Amigón, 2019).

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) ha desarrollado material de apoyo para la EA, dirigida a diferentes niveles educativos. Por un lado, hay contenido para estudiantes de preprimaria y primaria; por otro lado, contenido para estudiantes de secundaria y preparatoria (CONABIO, 2016). Además, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) dispone de material electrónico de educación ambiental (2018).

También en la CONABIO, hay áreas especializadas para la difusión de la ciencia. La Dirección general de comunicación de la ciencia se encarga del diseño de contenido multimedia, producción editorial y organización de eventos (CONABIO, s. f. a; CONABIO, s. f. b; CONABIO s. f. c).

PROYECTOS SOBRE EDUCACIÓN AMBIENTAL EN EL ESTADO DE VERACRUZ

En instituciones como el Instituto de Ecología A. C., se realizan diferentes tipos de actividades de talleres de educación ambiental y difusión de la ciencia, como el evento de Casa Abierta, no sólo investigación científica. (Aluja Schuneman Hofer, 2011).

PROYECTO LA FLOTA

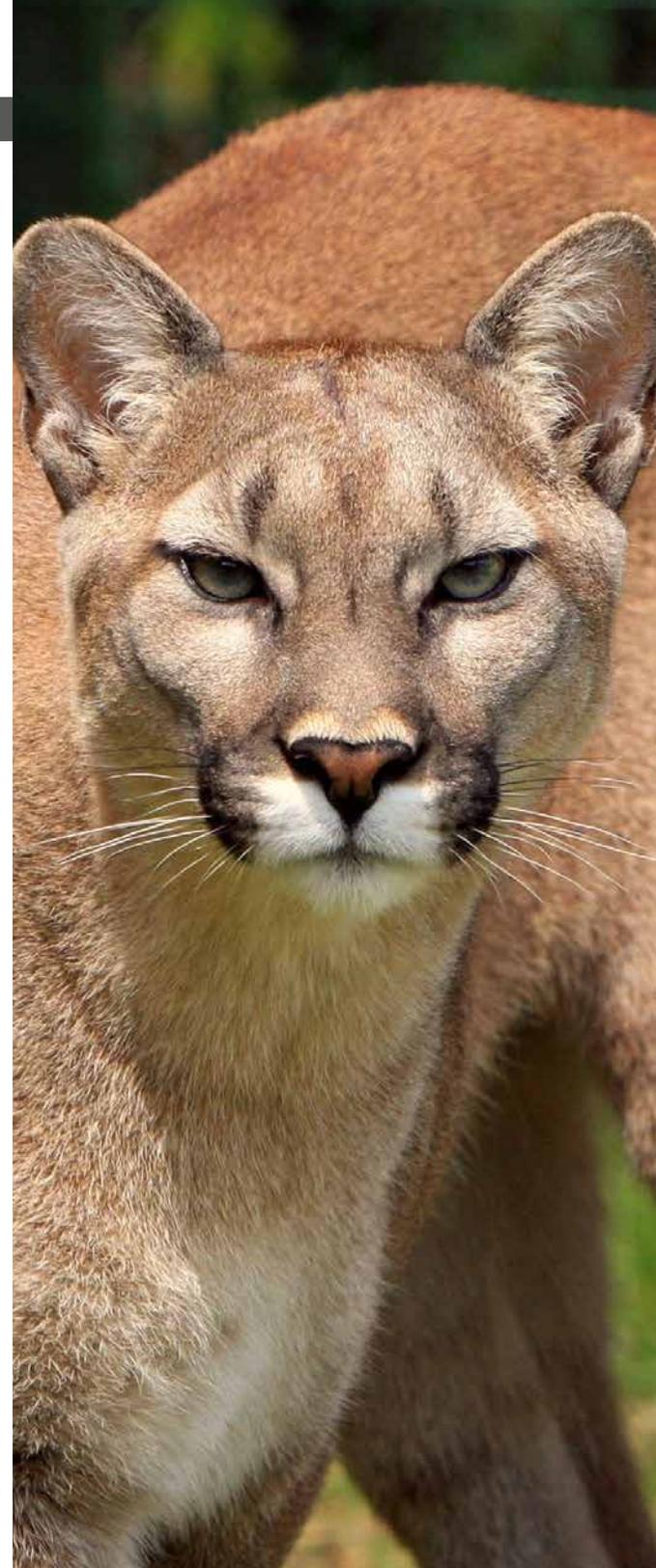
Bajo este contexto, presento el presente plan de acción para efectuar un plan para contribuir con la mitigación de la pérdida acelerada de la biodiversidad causadas por la contaminación, deforestación, cambio climático y otros factores antrópicos, mediante la sensibilización de la sociedad acerca de las acciones que amenazan el equilibrio de los ecosistemas.

Específicamente, propongo la intención de desarrollar diversas actividades de educación ambiental dirigidas a estudiantes de 4°, 5° y 6° de educación primaria del estado de Veracruz.

Denominé a esta propuesta *La Flota*, por un par de razones:

No sólo elegí la frase *La Flota* debido a que este Estado colinda con el Golfo de México, y es conocido por su extensa zona costera, donde navegan varias embarcaciones. Debe quedar claro que en Veracruz hay diversos ecosistemas, y a lo largo del Estado habitan múltiples especies de seres vivos, además de los que habitan en el Golfo.

Sino que llamarle a este proyecto *La Flota* alude a una frase que se utiliza en sitios de Veracruz para referirse a un grupo de amigos. De esta manera, se fomenta una sociedad veracruzana a favor de una interacción armónica entre las personas y el resto de los seres vivos y el ambiente, si la población-meta de este proyecto empieza a considerar también como parte del grupo de amigos a los organismos con los que convive en la biosfera donde habita.



OBJETIVOS

Objetivo general

Realizar actividades de educación ambiental en escuelas de educación básica (educación primaria) del Estado de Veracruz, con el fin de que los estudiantes desarrollen una conciencia sobre la necesidad de combatir los factores antrópicos que dañan los ecosistemas, como la contaminación, deforestación y el acelerado cambio climático.

Objetivos específicos

Objetivos sociales

- Fomentar el interés de los alumnos para que generen aprendizaje sobre los procesos que ocurren en los ecosistemas y sobre el cuidado de la biodiversidad del estado.
- Promover la participación de alumnos, guías y padres de familia en el cuidado y conocimiento de especies en el estado de Veracruz y México.
- Aprovechar los conocimientos culturales que tienen alumnos, guías y padres de familia para formar un diálogo participativo en favor de la conservación de la biodiversidad.
- Fomentar la contribución de la comunidad científica en la difusión de la ciencia.

Objetivos técnicos

- Difundir información acerca de las especies presentes en el estado de Puebla, sobre problemáticas ambientales y posibles soluciones.
- Planear actividades sobre temas específicos de las asignaturas Ciencias Naturales y Geografía.
- Crear material de apoyo referente a temas específicos de las asignaturas Ciencias Naturales y Geografía.
- Gestionar visitas a sitios enfocados en la conservación de la biodiversidad y donde los niños tengan contacto con la naturaleza.

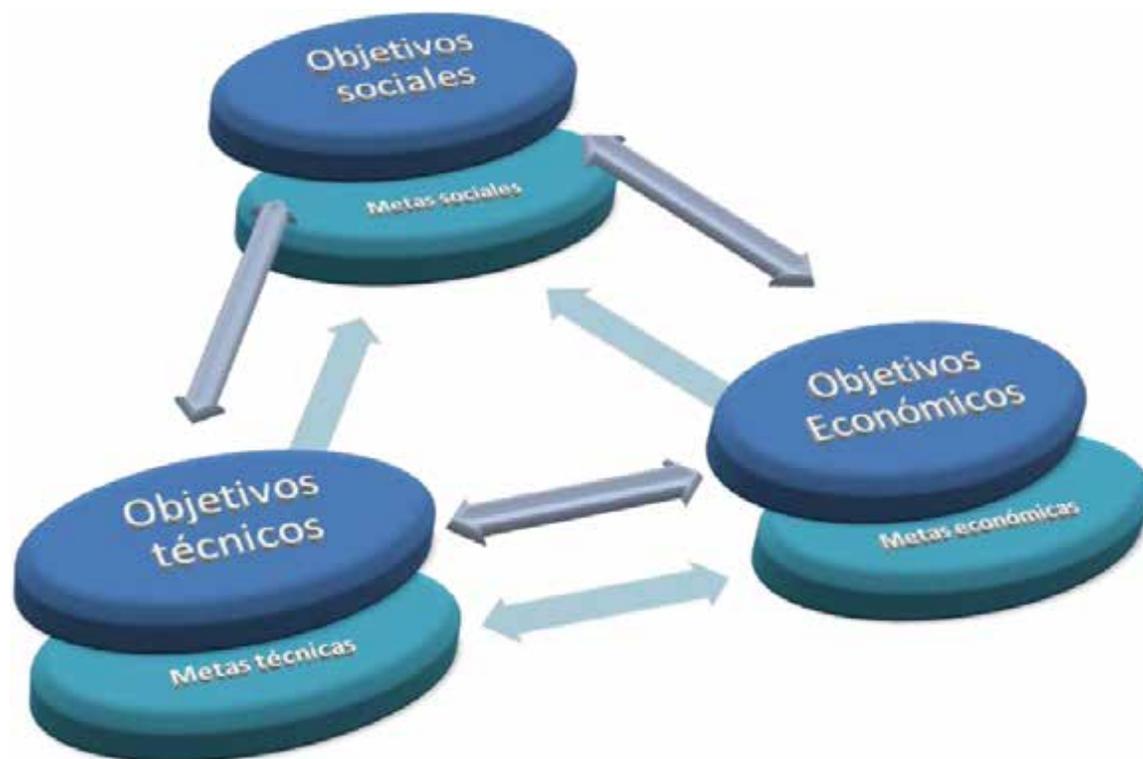
Objetivos económicos

- Obtener financiamiento para realizar las actividades de educación ambiental en las escuelas; es decir, para crear el material de apoyo y para cubrir los viáticos de los colaboradores de este proyecto y los viáticos de investigadores o estudiantes de nivel superior que sean invitados en sesiones especiales.
- Recaudar el fondo económico necesario para realizar visitas a lugares donde los alumnos tengan contacto con la naturaleza.

METAS

Varias metas se conseguirán al poner el proyecto *La Flota* en marcha. Acorde a la clase de objetivos propuestos, estas acciones están organizadas en tres ámbitos: social, técnico y económico (Figura 2).

Figura 2. Relación entre objetivos y metas, de los ámbitos, sociales, técnicos y económicos.



Fuente: Elaboración propia.



DESARROLLO DEL PROYECTO LA FLOTA

La Flota se ha diseñado, preliminarmente, para llevarse a cabo en 8 sesiones. Una sesión para cada grupo de 4°, 5° y 6° de primaria de una escuela tendrá lugar cada dos semanas. La duración de cada sesión será de dos horas. Según el grado escolar variará el tema a desarrollar, pero estará orientado en la mitigación de los efectos causados por la contaminación, deforestación y el acelerado cambio climático, con el fin de que los estudiantes desarrollen una conciencia ambiental.

Destinatarios

El grupo-meta de *La Flota* son los niños que cursan 4°, 5° y 6° de primaria en escuelas del Estado de Veracruz.

Lugar para la realización de las actividades

Según la finalidad de cada sesión, las actividades podrán realizarse en el salón de clases o el patio de las escuelas primarias del Estado de Veracruz.

Estrategias de impacto

1 Trabajo en las asignaturas

En un comienzo, los docentes de cada escuela en las que se aplique el proyecto *La Flota* me pueden compartir su planeación de actividades sobre Ciencias Naturales y Geografía. De esta manera, podremos dialogar sobre la concordancia entre el currículo y los temas de EA propuestos para desarrollarse en cada sesión, así como las actividades planteadas de antemano.

2 Talleres en la escuela

En los talleres de cada sesión del proyecto *La Flota* se plantean asuntos adicionales a los de las asignaturas. En ellos, abordaré información acerca de las especies presentes en el estado de Veracruz y México; además enfatizaré los riesgos a los que se enfrentan tales seres vivos debido a las problemáticas ambientales, como la contaminación, la deforestación y el acelerado cambio climático; también compartiré las posibles soluciones para mitigar esos daños, como: conservación, restauración y manejo de residuos urbanos.

3 Charlas o talleres de investigadores y estudiantes de nivel superior

Cada cierto tiempo, dentro del marco de las actividades de *La Flota* una sesión especial tendrá lugar. Dicha sesión se diferenciará del resto porque se invitará a un investigador o estudiante de nivel superior para dar una charla o taller a la escuela. En un principio, se organizará en qué momento será adecuada la programación de las sesiones especiales según el currículo.

4 Excursiones.

Gestionaré una visita a un sitio donde los niños tengan contacto con la naturaleza. Sugiero sitios enfocados en la conservación de la biodiversidad y a los que se asista en un mismo día. Los docentes de cada grupo también acudirán a la visita. Los padres firmarán su acuerdo para que su hijo vaya a tal excursión, a través de una responsiva. En el documento se incluirán los horarios de duración de la actividad y material extra que se requiera.



RECURSOS HUMANOS

Idealmente, se consideran tres personas para guiar *La Flota* y desarrollar las sesiones en las escuelas. Estas tres personas colaborarán entre sí, para la planificación detallada de los temas y las actividades a desarrollar en cada sesión.

RECURSOS MATERIALES Y FINANCIEROS

Recursos materiales

Varios materiales serán necesarios en las sesiones del proyecto *La Flota* para alcanzar las metas de cada ámbito. Se considera el uso material de apoyo compuesto principalmente por lápices, lápices de colores, hojas de papel de segundo uso, tijeras, pegamento en barra, botes de pegamento blanco, botes de pegamento líquido, botes de diferentes colores de pintura acrílica, pinceles, envases para reutilizar, láminas de papel *kraft*, paquetes de porcelana fría, trapos de tela, revistas “antiguas”, periódicos “antiguos”, pala de jardín, lupas, binoculares, entre otros.

Además, se necesita material de apoyo extra, como cuadernillos con información correspondiente para cada sesión, un proyector, una computadora portátil, y los cables correspondientes para la conexión entre ambos equipos electrónicos.

Recursos financieros

Para el desarrollo del proyecto *La Flota* en las escuelas, se considerarán los gastos por el costo de los materiales que serán utilizados para alcanzar las metas de cada ámbito, los viáticos de los guías de *La Flota*, así como los viáticos de los investigadores y estudiantes de educación superior o posgrado que sean invitados en las sesiones especiales. Antes de empezar las actividades del proyecto, se recibirá el financiamiento adecuado para llevarlo a cabo.

EFECTO DE LAS ACTIVIDADES DE LA FLOTA

Fundamentalmente, se evaluará el efecto de las actividades de EA mediante la aplicación de una encuesta, en la primera y última sesión (Fundación familias Unidas, s. f.), a los niños de las escuelas primarias en las que se desarrollarán las actividades de *La Flota*.

FACTIBILIDAD DEL PROYECTO

Aunque existes instituciones en el Estado de Veracruz que realizan actividades de divulgación o educación ambiental, con esta propuesta y mi participación en las escuelas primarias será posible establecer una relación más estrecha con los niños, padres y maestros para favorecer un nuevo frente de colaboración en el cuidado del entorno que incluirá esa red formada en cada escuela.

Para desarrollar adecuadamente las estrategias de impacto será necesario destinar momentos de planeación y diálogo entre las guías, sobre todo antes de empezar las actividades formalmente. También, se debe avisar a los padres, con tiempo, sobre las actividades que requieran material extra, su participación o su autorización.

IMPACTO AMBIENTAL

Con el proyecto *La Flota*, se realizarán acciones dirigidas a aumentar la sensibilidad hacia el medio ambiente, hacia la conservación de la biodiversidad y disminuir acciones que provocan daños en el planeta Tierra.

Es conveniente para la preservación de las diversas formas de vida que adultos y sobre todo niños desarrollen hábitos de auto vigilancia a fin de tener conciencia sobre la duración de los objetos que se adquieren, sobre el sitio en que irán a parar una vez desechados, así como los efectos ambientales que resultan de la producción de cosas que rodean a los seres humano actualmente y sobre cuál será la influencia de estas circunstancias en la biodiversidad.

También, los niños y los adultos de su entorno próximo podrán identificar cuáles son los recursos naturales que pueden sustituir a objetos artificiales que requieren más procesos de fabricación que provocan más contaminantes. De esta manera, al utilizar recursos naturales de forma sustentable se pueden disminuir daños en el ambiente.

Hay que promover la reflexión acerca de la función ecológica de cada especie de ser vivo que existe en el mundo. Para lograrlo, se empezará a difundir la importancia de la biodiversidad de México a niños de Veracruz.

Por lo tanto, se destacará el papel de organismos que se encuentran en el Estado, para promover una interacción adecuada con los seres vivos que habitan cerca de los niños de las escuelas primarias de Veracruz.

De esta manera, se propiciará el cuidado de los entornos naturales, al mismo tiempo que implícitamente se les invitará a participar en un futuro con organizaciones que se dedican a la conservación de la naturaleza o proyectos que favorezcan el cuidado del ambiente.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Mtra. Laura Díaz Rivera y al Dr. Antonio Fernández Crispín por los comentarios que ayudaron a detallar la idea propuesta en estas últimas páginas. También, reconozco el entusiasmo del grupo de jóvenes que llegó a mi primaria hace once años para hablarnos sobre la importancia biodiversidad, y sin saberlo, desencadenaron que ahora, con nuevos proyectos, yo me entusiasme por maravillarse a otras niñas y niños con las formas de vida que encontramos en este planeta. Además, agradezco a mis primos por ser la prueba de que cuando ellos preguntan por los seres vivos, también se puede difundir la ciencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aluja Schuneman Hofer, M. R. (2011). Santuario del Bosque de Niebla. Un bosque urbano para la ciudad de Xalapa INECOL. Recuperado de <https://www.gob.mx/conanp/articulos/ninas-y-ninos?idiom=es>.

Benítez, F. E., Paredes, M. E. R., Collado-Ruano, J., Terán, E. F. H., y Ibarra, G. D. L. (2019). Programa de educación ambiental en Ecuador: teoría, práctica y políticas públicas para enfrentar el cambio global del Antropoceno. Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação.

Cano, D. R., y Bastida, J. M. G. (2019). 35 años de éxitos en la Educación Ambiental en España. RES: Revista de Educación Social, (28), 32-43.

Castellanos, C. A. (2006). Extinción. Causas y efectos sobre la diversidad biológica. Revista Luna Azul, (23), 33-37.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas [CONAMP] (2018). Gobierno de México. Niñas y niños. Recuperado de <https://www.gob.mx/conanp/articulos/ninas-y-ninos?idiom=es>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO] (s. f. a). Dirección general de comunicación de la ciencia. Subcoordinación de producción editorial. Recuperado de http://www.conabio.gob.mx/web/conocenos/DGCC_MediosEv.html

- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO] (s. f. b). Dirección general de comunicación de la ciencia. Subcoordinación de multimedia. Recuperado de http://www.conabio.gob.mx/web/conocenos/DGCC_MediosEv.html
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO] (s. f. c). Dirección general de comunicación de la ciencia. Subcoordinación de medios y eventos. Recuperado de http://www.conabio.gob.mx/web/conocenos/DGCC_MediosEv.html
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO] (2016). Gobierno de México. Contenidos para maestros. Recuperado de <https://www.gob.mx/conabio/acciones-y-programas/contenidos-para-maestros>
- Diez-Martín, F. (2009). Breve historia del Homo Sapiens: Una detallada reconstrucción a la luz de los conocimientos científicos más actualizados del origen de nuestra especie, la única del género Homo que sobrevive hoy en la faz de la Tierra. España: Ediciones Nowtilus.
- Fundación familias Unidas, (s. f.). Fundación Familias Unidas. Resultados proyecto educación ambiental. Por un medio ambiente más saludable para Santo Domingo. Recuperado de <https://www.fundacionfamiliasunidas.org/resultados-proyecto-educacion-ambiental-medio-ambiente-mas-saludable-santo-domingo/>
- Halffter, G. (1995). Reserva de la biósfera y conservación de la biodiversidad en el siglo XXI. *Ciencias*, (39), 9-13.
- López, T. y Guerra, A. (2004). El amor en tiempos de contaminación. México D. F.: Fondo de Cultura Económica.
- Martínez-Meyer, E., Sosa-Escalante, J. E., y Álvarez, F. (2014). El estudio de la biodiversidad en México: ¿una ruta con dirección?. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85, 1-9.
- Morgado, A. M., Castillo, R. D., y Columbié, H. G. (2019). Algunos antecedentes históricos del proceso de formación ambiental inicial del maestro primario en Cuba desde 1989 hasta 2017. *Opuntia Brava*, 11(1), 50-63.
- Oberhuber, T. (2004). Camino de la sexta gran extinción. *El ecologista*, 41, 36-37.
- Refoyo, P., Muñoz, B., Polo, I., Olmedo, C., y Requero, A. (2013). El hombre como factor de extinción biológica. *Memorias*, 2(10), 95-104.
- Santamarta, J. (2001). La crisis de la biodiversidad. *Boletín CF+S*, (16), 41-43.
- Terrón-Amigón, E. (2019). Esbozo de la educación ambiental en el currículum de educación básica en México. Una revisión retrospectiva de los planes y programas de estudio. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (México)*, 49(1), 315-346.



A close-up photograph of a white silkworm (Bombyx mori) on a green mulberry leaf. The silkworm is positioned horizontally, facing left, and is actively eating the leaf. The leaf has several holes and is surrounded by other green leaves. The text "SERICICULTURA: SUBSISTEMA REGENERADOR DE LA CONCIENCIA COLECTIVA" is overlaid on the right side of the image in white, bold, italicized font. Two horizontal white lines are positioned above and below the text.

***SERICICULTURA:
SUBSISTEMA REGENERADOR DE
LA CONCIENCIA COLECTIVA***

SERICICULTURA: SUBSISTEMA REGENERADOR DE LA CONCIENCIA COLECTIVA

*EMMANUEL HERRERA MARTÍNEZ,
MARISOL MONTES DELGADO*

RESUMEN

Hablar de la cafecultura en la entidad Veracruzana implica tomar en cuenta elementos interrelacionados pertenecientes al sistema social, económico y ambiental. Una visión sistémica-holística permite el entendimiento de las relaciones entre estos, siendo ésta la que influya en su desarrollo, para mantenerse como una actividad promotora del bienestar social, la salud del ser humano y la ambiental.

La morera (*Morus spp* L.) es una especie exótica para México utilizada en la ganadería. Como cultivo, requiere grandes cantidades de materia orgánica y minerales para su óptimo desarrollo. Dada su tasa alta de fotosíntesis, requiere una baja densidad de árboles de otras especies que le generen la menor cantidad de sombra posible y que compitan en menor grado por los recursos nutrimentales.

La integración de la Morera al agroecosistema café ha permitido: identificar variedades locales de la misma especie adaptadas a las condiciones de sombra como el café, practicar la ganadería de leche y desarrollar la sericicultura. Esta última la hemos adoptado como un medio que nos ha acercado a sectores que antes, con el café, no habíamos logrado llegar. Las escuelas primarias, tanto del sector rural como del urbano, han sido nuestra meta desde el año 2002, respecto a difundir esta actividad. Año con año, ha facilitado la vinculación con uno de los grupos sociales más vulnerables, los infantes, pero al mismo tiempo el más importante, ya que serán ellos las personas conscientes de su medio y formen el conjunto de la sociedad en sintonía con su contexto vital, en los años porvenir.

HISTORIA DE LA SERICULTURA EN MÉXICO

Históricamente las culturas originarias, que son la base de la sociedad actual, destacaban por rasgos particulares, como la relativa creatividad en la mayoría de los quehaceres en los que fundaban sus costumbres y tradiciones.

Para los aztecas, los modelos organizacionales a nivel económico, político y militar favorecieron su autonomía. El territorio para cultivo estaba repartido entre los miembros como una propiedad vitalicia, pudiéndola perder sólo por falta de descendencia o no usarse por dos años. Sin embargo, esto era verdadera propiedad comunal, ya que esa parte de tierra del *Calpulli* tendría que servir para cubrir los gastos públicos, mantener a quienes no podían trabajar y pago de impuestos (Krickeberg, 1985).

Antes de la colonización ya se manufacturaban además de comercializarse, productos elaborados de seda, cuyo origen eran las especies nativas. Durante la época de Moctezuma II, como emperador, entre los años 1502 a 1519 se elaboraron pergaminos entre otros productos artesanales (Rodríguez y Ojeda, 2012).

La industria sericícola como en la actualidad se conoce, la cual representa el mayor porcentaje de la industria de la seda en México, se introdujo en el siglo XVI proveniente de España (Rodríguez y Ojeda, 2012). Los documentos que se conocen, exponen por lo menos cuatro autoproclamas que reclaman la primicia del inicio de esta agroindustria en nuestro país. Los autores a los que se hace referencia son: Hernán Cortés, Diego Delgadillo, Juan Marín y Hernando Marín Cortés. Es a Hernán Cortés al cual se le atribuye el inicio de esta actividad entre los años 1523-1524, aun cuando era muy pequeña la intención y las dimensiones de este primer negocio. Se cuenta con evidencia escrita de que los cuatro pudieran ser los primeros desarrolladores de dicha práctica, desconociendo la actividad a nivel de aficionado de los dos primeros. Sin embargo, no se cuenta con registros suficientes que puedan asegurar el inicio de grandes extensiones de cultivo de Morera antes del año 1537 (Borah, 1943).

A partir del año de 1537, la sericicultura se reporta como una actividad importante en el Valle de México, San Luis Potosí, Puebla, Tlaxcala, Michoacán y en la Mixteca Oaxaqueña (Rodríguez y Ojeda, 2012).

En el año de 1942 se tiene un registro de la cantidad de seda producida que se calculaba en 9,000 lb o su equivalente 19,867.5 kg, de seda pura hilada de gusano

de seda. Ya para el año de 1944 la Mixteca alta era el centro más importante y notable productor de seda en la Nueva España (Borah, 1943).

Fueron los inicios del siglo XVII en donde se ubican los primeros esfuerzos por parte del Cura Miguel Hidalgo y Costilla en promover el cultivo de la Morera y Vid, esencialmente a pobladores indígenas (Rodríguez y Ojeda, 2012).

La seda es la materia prima para la elaboración de telas, con características particulares de resistencia, lustrosidad, es hidrófila, antialérgica y tiene afinidad con la piel (Cifuentes y Sohn, 1998).

ANTECEDENTES

El tema de la seda en México a pesar de haberse impulsado en el siglo XVI, dos siglos antes de la introducción del café, no cuenta con vestigios suficientes en los cuales obtener información confiable, que permita una clara explicación de la introducción y desarrollo de esta industria en nuestro país.

Una de las peculiaridades de la seda, es su afinidad. Existen elementos en la naturaleza afines, entre sí y con el ser humano en diferentes niveles. La humanidad ha tenido que encontrar una serie de recursos estratégicos que le permitan ser complemento de los procesos biológicos con los que converge en el contexto de los ecosistemas naturales.

La sericultura es la complementación de dos sistemas biológicos, uno, en el que como núcleo se observa la especie de la planta llamada Morera (*Morus spp*) y en el otro en torno al cual gira la especie elemental conocida como Gusano de Seda (*Bombyx mori L.*).

La crisis de los precios del café en la década de los años 80 promovió la implementación de actividades económicas complementarias a la cafeticultura o decisiones radicales que derivaron en el cambio de cultivo. Dado este contexto, al desarrollo del cultivo del café, se integró la ganadería vacuna-ovina, la avicultura, la porcicultura, la horticultura y de manera paralela la sericultura. Esta diversidad suponía un complemento al ingreso económico que permitiera la capitalización y continuidad de la actividad principal, la del café.

Aún en estas circunstancias la peculiaridad esencial de la unidad productiva de café no se perdió, que es la de mantener este espacio como aquel en el que se puede experimentar de tal manera que permita el aprendizaje continuo de quienes apoyan las labores vinculadas a la misma, así como de quienes están interesados en conocer nuestro quehacer diario.

De forma paralela se observó la necesidad tanto de divulgar como transferir la experiencia obtenida para que sirviera de alternativa en la persuasión en la conservación de la cultura del café e intentar atraer la atención de otros productores y consumidores que facilitaran la mejora continua, así como el consumo consciente del café, respectivamente.

La filosofía de trabajo implementada nos permite ampliar nuestro contexto de acción, adquiriendo la capacidad de desarrollar capacitaciones que nos permiten tender un puente entre los productores, consumidores de café y los demás eslabones de la cadena de producción.

Por lo anterior, se tomó la decisión de colocar como eje de acción esta actividad la cual nos ha permitido acercarse a sectores sociales que con el café no se había logrado llegar, el de los infantes. Así entre la divulgación de esta nueva actividad hemos mostrado los beneficios sociales y económicos en los que se puede traducir la integración de esta agroindustria para la conservación de la biodiversidad tanto vegetal como animal.

CULTIVO DE LA MORERA-GANADERÍA DE LECHE Y OTROS USOS

Los centros de origen de la Morera se presumen que son China, Japón y las inmediaciones del Himalaya. Dado el gran impacto que tuvo a través de los diferentes países en cada uno de los continentes se trazó la ruta de la seda, que marca una trayectoria desde los países asiáticos, pasando por India, atravesando la región árabe hasta llegar a Europa (Rodríguez, *et al*, 2012; Medina *et al*, 2009).

La morera se cultiva desde hace 4500 años en los países asiáticos. El crecimiento de la industria de la seda generó la distribución de especies-variedades en los principales continentes, distribuyéndose a lo largo de la franja tropical delimitada por los trópicos de cáncer y capricornio, estableciéndose en zonas templadas, tropicales y subtropicales (Cifuentes y Sohn, 1998).



Se tiene evidencia de proyectos iniciados en el Estado de Veracruz, principalmente en las comunidades de Ixhuatlán del Café, Leona Vicario y en la periferia del municipio de Xalapa (Imagen 4) (Rodríguez y Ojeda, 2012).

Es importante mencionar que en la década de los años noventa se intentó impulsar la sericicultura en México. En este intento se introdujo de nuevo material vegetativo del género *Morus*, tomando la decisión de que los materiales previamente adaptados y localizados ya en el país resultaron con mejores características (Rodríguez y Ojeda, 2012).

Dentro de los planes para la alimentación animal, los árboles forrajeros son una alternativa para la producción sostenible. El alto contenido de proteína en las hojas de morera así como los grandes rendimientos de biomasa por unidad de área, la hacen un elemento potencialmente aprovechable para el desarrollo de la ganadería de especies grandes y pequeñas (Boschini, 2001 y Elizondo-Salazar, 2007).

En la actualidad los recursos vegetales como *M. alba L.* han sido estudiados con fines farmacéuticos ya que se ha comprobado que muchos de estos proveen de flavonoides y fenoles que disminuyen tanto el crecimiento como el desarrollo de patógenos que afectan a animales y al ser humano. El extracto de hojas de la Morera es una alternativa para el control de enfermedades (Díaz *et al.*, 2017).

Dadas las características de esta planta es como se introduce en el agroecosistema café como un cultivo acompañante. Si bien es una especie con una demanda alta de nutrientes, se logra establecer entre el cultivo del café, incluso muchas veces, sirviendo como de sombra para el mismo.

Una vez establecido el cultivo de la morera (Imagen 1) se introdujo la especie del gusano de seda *Bombyx mori L.*, al inicio como un atractivo para los visitantes a la finca de café, pero también y principalmente como una oportunidad de aprender una nueva actividad y con esto incrementar las capacidades y aprovechamiento máximo del espacio productivo, así como de los recursos propios de la región.

Hay que decir que este ingreso de dos especies nuevas al sistema agrícola, permite reducir la presión sobre los recursos destinados a la alimentación del ganado vacuno.

Dado el rápido crecimiento de esta especie el cultivo de la Morera se establece muy rápido adaptándose a cualquier contexto con diferencias de clima o régimen pluvial, necesitando de mayor cantidad de radiación solar para su óptimo desarrollo.

Mientras se reducía el impacto sobre el recurso suelo, se permitía el establecimiento de una nueva actividad que permitía no solamente una solución que complementara el ingreso económico, sino que habría un área de oportunidad para preservar la cafecultura con un abanico de vínculos o relaciones con otros actores sociales, la parte académica del nivel primario, los estudiantes y muchas veces las familias de los mismos.

Imagen 1. Establecimiento de cultivo de Morera en el año 2000.



Fuente: Propia.

Un uso explorado es como barrera viva, recurso que permite la reducción de la erosión eólica e hídrica ya que se establece sobre laderas o en suelos con pendientes con un porcentaje de inclinación considerado como riesgoso. Dada las características radicales de la planta, permite arraigarse al suelo de tal manera que la probabilidad de erosionarse se reduce. De la misma manera se establece un tipo de cerca con cantidad de hoja suficiente que permite disminuir la velocidad del viento, a nivel del suelo.

Imagen 2. Cultivo de morera establecido con 2 meses de edad.



Fuente: Propia.

Imagen 3. Cultivo de morera establecido con 6 meses de edad.



Fuente: Propia.

Imagen 4. Plantas de morera establecidas en jardineras de las calles del Municipio de Xalapa



Fuente: Propia.

CRÍA DEL GUSANO DE SEDA-MOTIVACIÓN SOCIAL

En sus inicios la seda fue llamada sericum, a la proveniente de la especie *Bombyx mori* L., nombre que hacía referencia a su origen Sérica como se le llamaba antes a China. Por lo tanto a los habitantes quienes obtenían la seda, manufacturaban los productos con base en esta y la comercializaban, se les conocían como seres (Hernández-Baz, 2001).

A finales del siglo XVI ya se había observado la actividad de la cría del gusano de seda, en Pánuco y la Mixteca, cuya procedencia se presumía era europea (Humboldt, 1808).

Tomazquipapálotl vocablo que hacía referencia al origen de donde se desarrollaba su ciclo biológico el árbol del madroño, por lo que su significado es “mariposa del madroño”, de la misma manera Xiquipilchiuhpapálotl, término acuñado a la forma en que construía el entramado de hilos de seda que le servían a la larva para elaborar el capullo dentro del cual continuaría su metamorfosis, lo que significa “el que hace bolsas” (Beutelspacher, 1989).

El insecto que produce la seda alimentándose de la morera es una especie domesticada desde hace más de 4,500 años. *Bombyx mori* L es un insecto de la familia Bombycidae, del orden Lepidóptera. Todas las razas que han sido estudiadas la especie silvestre *Bombyx mandarina*. Este último posee 27 pares de cromosomas y *B. mori* 28, sin embargo, es posible su apareamiento y reproducción (Cifuentes y Sohn, 1998).

Este organismo presenta un ciclo biológico conocido como holometábolo con metamorfosis completa, es decir, desde huevo hasta adulto. Su ciclo de vida tiene una duración de aproximadamente 55 días. Es monófaga, lo que quiere decir que solo consume alimento, hojas de Morera, durante su estado larvario (Cifuentes y Sohn, 1998).

Existen por lo menos 4 razas que son: la japonesa, la china, la europea y la tropical. La raza a la que se hace mención en este documento pertenece a la categoría Europea. Son desarrolladas en el continente Europeo y en la parte central de Asia, teniendo como característica el ser univoltinas, que quiere decir que solo tienen una generación por año (Cifuentes y Sohn, 1998).

Desde el año 2001 se inició esta actividad teniendo como objetivos principales, aprender la conducta de un nuevo organismo, generar una actividad productiva complementaria al café y generar vínculos que permitieran el acercamiento entre ciudadanos, principalmente en el ámbito escolar o académico. Establecida esta actividad entre lo rural y lo urbano permitió la divulgación de la actividad de forma muy rápida, teniendo la presencia de grupos de alumnos, en poco tiempo, acercándose a la unidad de cría de los gusanos de seda.

Imagen 5. Taller “Metamorfosis de la mariposa” en la Esc. Primaria Estatal “Ejército Mexicano” Año 2014, Mpio. Emiliano Zapata, Veracruz.



Fuente: Registro fotográfico de la Profra. Danae López Villa

Imagen 6. Ciclo completo del Gusano de seda (Bombyx mori raza Española) plática didáctica en Esc. Primaria “Benito Juárez García” Año 2019, Coatepec, Veracruz.



Fuente: Propia (tomada por Profra. Marisol Montes Delgado)

Imagen 7. Estudiantes observando 2 estadio larvario. Plática didáctica en Esc. Primaria “Benito Juárez García” Año 2019, Coatepec, Veracruz.



Fuente: Propia (tomada por Profra. Marisol Montes Delgado)

Imagen 8. Estudiantes observando 4 estadio larvario. plática didáctica en Esc. Primaria “Benito Juárez García” Año 2019, Coatepec, Veracruz.



Fuente: Propia (tomada por Profra. Marisol Montes Delgado)



CICLO DEL GUSANO DE SEDA

Imagen 9. Huevos fértiles (50x)



Fuente: Propia (Finca Los Barreales)

Imagen 10. Larva recién nacida (500x)



Fuente: Propia (Finca Los Barreales)

Imagen 11. Larvas 35 días (última fase)



Fuente: Propia (Finca Los Barreales)

Imagen 12. Elaboración del capullo



Fuente: Propia (Finca Los Barreales)

Imagen 13. Pupas, inicio de metamorfosis



Fuente: Propia (Finca Los Barreales)

Imagen 14. Macho (izq), Hembra (der) (2x)



Fuente: Propia (Finca Los Barreales)

SISTEMA DE CRÍA DOMÉSTICA

El sistema de cría es muy básico, ya que no se requiere de mayor tecnología o inclusive el control estricto de las condiciones ambientales. Es suficiente con mantener la población se constantemente aireada, así como las camas de cartón reciclado, mallas de acero o charolas plásticas con relativa limpieza y secas. Lo anterior es utilizado para la cría de las larvas.

Para la fase de encapullado-metamorfosis, se utilizan conos de huevo ya usados como encapulladores. De la misma se pueden utilizar cajas de cartón que en su interior puedan contener un entramado de objetos que simulen ramas para que las larvas puedan iniciar la red que sostendrá posteriormente su capullo.

No existen depredadores importantes que generen un riesgo para el desarrollo de las mariposas. Las hormigas pueden ser uno de los enemigos que habrá que controlar.

Una vez que han salido los adultos de los capullos será suficiente una superficie de papel donde se coloquen los adultos, hembra-macho para que realicen la cópula y posteriormente esperar a que las hembras ovipositen los huevos. Este material de papel puede ser papel bond nuevo o reciclado, papel periódico, cartón u otro material rugoso donde se puedan adherir los huevecillos.

Imagen 15. Cajas de cartón con larvas



Fuente: Propia (Finca Los Barreales)

Imagen 14. Conos de huevo (encapulladores)



Fuente: Propia (Finca Los Barreales)

RESULTADOS

1. Aprendizaje interno sobre el manejo de dos nuevas especies: *Morus spp* y *Bombyx mori* L
2. Conservación de la actividad principal, la cafeticultura
3. Apertura del abanico de opciones para visitar la unidad productiva de café
4. Establecimiento de un vínculo entre el contexto rural y urbano
5. Establecimiento de un puente para el rescate cultural de un recurso endémico como las especies nativas de lepidópteros suministradores de seda
6. Generación de vínculos entre diferentes sectores sociales: alumnos, maestros y productores.
7. Establecer sistemas de reciclaje de materiales como cajas de cartón y elaboración de abonos orgánicos a través de las excreciones de los organismos vivos (larvas).
8. Proponer actividades que regeneren los lazos familiares
9. Surgimiento de una nueva ruta con sentido social y ambiental en la cual los jóvenes puedan participar para generar un sentido de pertenencia, favoreciendo su arraigo.
10. Vinculación directa con investigadores y el sector académico
11. Establecimiento de las unidades productivas como áreas de investigación.

“En todo paseo por la naturaleza, uno recibe mucho más de lo que busca”, John Muir.

Son los libros de Conocimiento del medio en los primeros grados y de Ciencias Naturales en los grados superiores, los que logran captar el interés de los niños de manera automática. Al tener por primera vez su libro en las manos, mirarlo, conocer la información de la obra de arte que decora la portada, disfrutar el olor a nuevo, abrirlo para enterarse de lo que viene dentro, es el preámbulo al momento más emocionante, que es cuando el alumno busca, a veces hojeando ansiosamente y otras acudiendo al índice y señalando con el dedo, los temas de animales o del espacio exterior en su libro. Ver sus ojos ávidos de conocer lo que ofrecen las páginas y las imágenes en ellas, son de esos momentos que uno como docente disfruta. La curiosidad natural que los lleva a observar, comparar, compartir, preguntar y querer saber más.

Se hace referencia a los libros de texto porque son un apoyo que usan los docentes para abordar los temas de interés de los niños. Como se mencionó anteriormente, los contenidos sobre animales, específicamente, sobre el origen, el ciclo de vida y comportamiento, son de los más atractivos para los pequeños. La información contenida en los libros de texto oficiales es muy reducida, y aunque en las mismas páginas de estos,

remiten a enlaces donde vía internet puedes ampliar o complementar la información mediante fotografías, videos, lecturas, tablas, etc., nada como el aprendizaje “en vivo”; ese que genera que lo que aprendes sea significativo, con las características de ser permanente y transferible a otras situaciones.

El haber tenido la oportunidad y el privilegio tanto de conocer los gusanos de seda como luego el de compartir con los alumnos ha sido una experiencia inolvidable que involucró los sentidos de todos los que tuvimos la fortuna de estar ahí. Ver la expresión de los ojos de los niños, de sorpresa, duda, alegría, temor, repulsión o amor, por tener al alcance a estos seres tan pequeños e indefensos, no tiene comparación. Esto de los sentidos es también porque una vez que los niños observaron las diferentes etapas del ciclo de vida de los gusanos, lo siguiente era tocarlos. Hubo quien los tocó, los acarició, les platicó o los alimentó e incluso un beso les dio, hasta aquél que solo los miró de lejos. Asimismo, hacíamos silencio para escuchar el ruido que hacen al masticar. Y en cuanto al olfato, a los niños les interesó saber a qué huelen los gusanos y a qué huele su comida. No está de más decir que alguna vez, un alumno mordió la hoja de morera porque no resistió el querer conocer “qué sentían los gusanitos al comer”.

Recuerdo bien el momento en el que se mostró por primera vez el “paquete”. El salón era el de Cuarto grado y el tema de los gusanos se correlacionó con las materias correspondientes de manera transversal enriqueciendo las sesiones y fortaleciendo el conocimiento con base en lo que los niños habían vivenciado. En este grado se aborda en la asignatura de historia el tema de la conquista y la colonización de nuestro país, que fue justamente esta etapa histórica la que dio lugar a la traída y crianza del gusano de seda, la producción de la tan preciada tela.

Por otro lado, en la asignatura de geografía se estudian el relieve, la orografía, la flora y la fauna de México, es ahí donde se acomoda nuestro protagonista, ubicándolo además en su país de origen, en el continente asiático, para lo cual usamos un planisferio y se estudió la ruta de la seda llegando hasta los viajes de exploración de los europeos para encontrar nuevas rutas comerciales.

Para la clase de Español, a manera de taller de redacción y partiendo de lo que habían observado y escuchado sobre el ciclo de vida del gusano, organizados en equipos, elaboraron algunos textos, de los cuales el que más llamó mi atención por lo detallado y bien redactado llevaba como título LA HISTORIA DE OTO, una autobiografía que narraba con detalle y sensibilidad la vida de un gusano de seda desde el huevecillo hasta la polilla o mariposa.

En la asignatura de matemáticas, contamos las hojas que comían por hora, por día, por semana y por mes, así como cuánto medían y cuántos podían caber en una caja. Hicimos estimaciones y cálculo mental cuyas respuestas después comprobamos. En la asignatura favorita, ciencias naturales, fue el mejor ejemplo con el que aprendieron el ciclo de vida y la metamorfosis, así como el funcionamiento del aparato digestivo y la estrecha relación entre el animal y su alimento.

En la asignatura de educación cívica, se llegó a la conclusión de que es un animal que tiene cualidades buenas y deseables en los seres humanos: son tranquilos, no hacen daño y en cada etapa de su vida se centran en su único interés (comer, transformarse o reproducirse) sin distraerse en algo más, por lo que logran su cometido. También se trabajaron valores como la responsabilidad, la empatía y el respeto. El primer valor porque se otorgaron comisiones para vigilar cuando se acabara la hoja de morera y entonces proporcionarles las siguientes. La empatía haciendo conciencia sobre que no debían pasar tiempo sin comer y había que estar atentos al momento de alimentar de nuevo.

Finalmente, el respeto a la comisión otorgada y principalmente a la vida de los gusanos, pues había que tener la precaución de no lastimarlos o aplastarlos y estar conscientes de que de la atención y cuidado que tuviéramos, dependía mucho su integridad.

El conocer y convivir con el gusano de seda contribuyó a lograr el propósito de generar un aprendizaje significativo en los niños de una manera diferente; pusieron en juego sus sentidos, ampliaron su acervo cultural, echaron a volar su imaginación, tuvieron la libertad de manifestar sus emociones hacia otro ser vivo, pusieron en práctica valores que guiaron sus acciones de manera positiva y todo lo anterior refuerza la idea de que el alumno, y en general las personas, construimos nuestro conocimiento a partir de lo que sabemos, enriqueciéndolo con lo que experimentamos, combinando la información anterior con la nueva en un proceso de andamiaje que nos permite seguir aprendiendo y tener un crecimiento personal. Entre más situaciones reales e interesantes ofrezcamos a nuestros alumnos, habrá más aprendizajes significativos que a su vez darán lugar a un clima dinámico propicio para seguir aprendiendo.

Lo importante es propiciar este tipo de experiencias en las aulas. Lo mejor, fue haberlo vivido con el gusano de seda.

Aun cuando el proyecto, después de 19 años de haberse iniciado, no se ha consolidado para desarrollarse de manera continua y sistemática, año tras año se realizan las dinámicas desarrolladas principalmente por educadores, que en cooperación con sus instituciones permiten el desarrollo de las mismas.

De la misma manera la costumbre de visitar la unidad de cría se mantiene, por parte de ciudadanos, quienes asombrados de la actividad invitan a otros a conocerla.

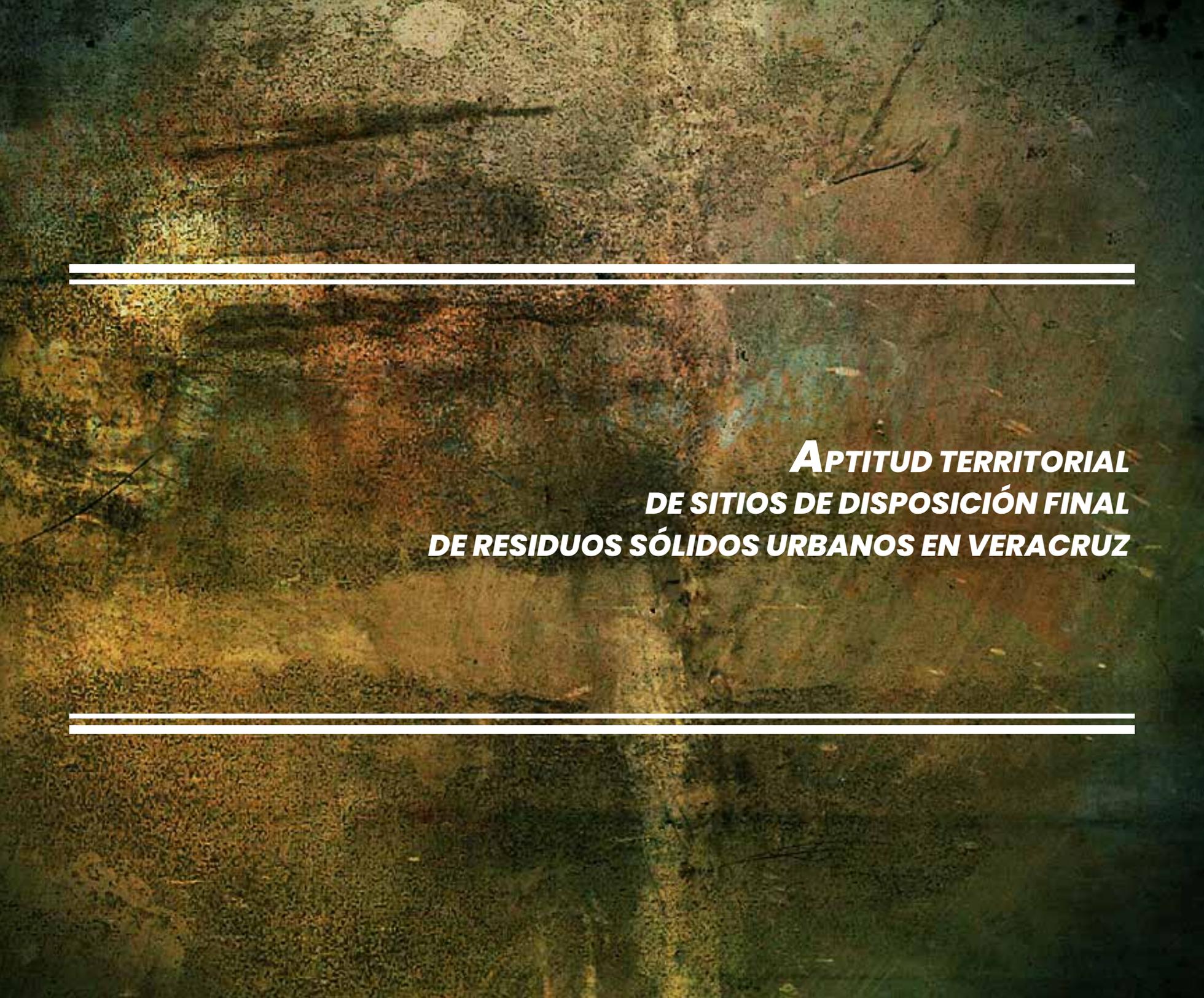
El cultivo de la morera en el sistema agrícola donde se cultiva el café permite una asociación de ambos arbustos, aumentando el aprovechamiento de la superficie, al mismo tiempo que se aumenta la riqueza y diversidad biológica vegetal.

Este sistema diverso en sus elementos, pero también en sus potencialidades permite indirectamente la conservación de las especies nativas de “gusanos de bolsa” que son las que, desde antes de que llegara *Bombyx mori* L como especie introducida, se aprovechaban para la elaboración artesanal de productos con base en seda natural. Especies de los géneros *Psidium*, *Prunus* así como *Quercus* se encuentran dentro de los sistemas de café como sombra de los mismos, lo que se cuenta como un recurso potencialmente aprovechable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Beutelspacher, Carlos, R. (1989), *Las mariposas entre los antiguos mexicanos*, México, Fondo de Cultura Económica
- Borah, Woodrow. (1943), *Silk Raising in Colonial Mexico*. Berkeley, California Press Ibero-Americana
- Boschini, Carlos (2001). "Degradabilidad in situ de la materia seca, proteína y fibra del forraje de morera (*Morus alba*)". *Agronomía Mesoamericana* 12(1), 79-87.
- Cifuentes, César, y Sohn, Kee. (1998), *Manual técnico de sericultura: Cultivo de la morera y cría del gusano de seda en el trópico*, Pereira-Risaralda-Colombia, SENA-CDTS
- Díaz S. Maykelis, Lugo M. Yudit, Fonte C, Leydi, Castro C. Inelvis, López V. Onel e Montejó S. Iván L. (2017), "Evaluación de la actividad antimicrobiana de extractos frescos de hojas de *Morus alba* L.". *Pastos y Forrajes* 40(1), 43-48.
- Elizondo-Salazar, Jorge, A. (2007). "Producción y calidad de la biomasa de morera (*Morus alba*) fertilizada con diferentes abonos". *Agronomía Mesoamericana*. 18(2), 255-261
- Hernandez-Baz, Fernando. (2001) "La seda: un recurso potencial para el Estado de Veracruz, México". *Foresta Veracruzana*, 3 (002), 53-56
- Humboldt, A. (1808) *Ensayo político sobre el reino de la Nueva España*.
- Krickeberg, Walter. (1985), *Las antiguas culturas mexicanas*, México, D.F, Fondo de Cultura Económica S. A. de C.V.
- Medina, María, G., García, Danny, E., Moratinos, Pedro y Cova, Luis, J. (2009), "La morera (*Morus spp.*) como recurso forrajero: avances y consideraciones de investigación". *Zootecnia tropical* 27(4) 343-362
- Rodríguez, M. Juan y Ojeda, B., José R., (2012). "El gusano de seda en México: una línea de tiempo desde su llegada hasta los trabajos actuales", Rodríguez, O., Alejandro, Vargas, M., Jorge, Alejandro Ventura, M., Alejandro, Aarón Martínez, M., Aarón, Rodríguez, M., Juan, Ehsan, Muhammad y Francisco M. Lara V, Francisco M. (Eds), *Tópicos selectos de sericultura: Memoria de los talleres del proyecto Fomix-Hidalgo*, México, Alquimia Diseño, 11-24
- Rodríguez, O., Alejandro, Vargas, M., Jorge, Alejandro Ventura, M., Alejandro, Aarón Martínez, M., Aarón, Rodríguez, M., Juan, Ehsan, Muhammad y Francisco M. Lara V, Francisco M. (2012) *Manual de sericultura en Hidalgo: principios básicos*, México, Alquimia Diseño





**APTITUD TERRITORIAL
DE SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL
DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN VERACRUZ**

APTITUD TERRITORIAL DE SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN VERACRUZ

*ANDRÉS DE LA ROSA PORTILLA, LAURA C. RUELAS MONJARDÍN Y
JORGE ALBERTO CORTÉS MORALES.*

RESUMEN

Uno de los grandes problemas de México es la producción de residuos sólidos urbanos y su disposición final. El promedio nacional de producción de residuos sólidos es de 1.16 kg diarios por persona, rebasando el promedio de la región de Latinoamérica y el Caribe, además del promedio mundial. En nuestro país el 87% de los sitios

de disposición final son tiraderos que no cumplen con las normas de protección a la salud y al medio ambiente. En este sentido, Veracruz de Ignacio de la Llave ocupa el cuarto lugar en producción de residuos sólidos con un promedio de 6,102 toneladas diarias y de 1.04 kg per cápita. En la entidad existen 141 sitios de disposición final

(basureros), donde según resultados de esta investigación el 42.5 % está ubicado en un sitio con nula aptitud territorial para estos residuos, de acuerdo con la NOM-083-SEMARNAT-2003 y Ordenamientos Ecológicos del Territorio decretados. Otro resultado relevante fue que en Veracruz existen 2.9 millones de hectáreas (41 % del Estado) con

aptitud territorial alta para que se ubique un sitio de disposición final cumpliendo la norma, cuidando la salud de los ciudadanos y del medio ambiente. Poniendo de manifiesto que, sí es posible ubicar un sitio con aptitud territorial para la disposición final de residuos sólidos urbanos a través del análisis geoespacial, reduciendo hasta en un 80% el tiempo del procedimiento habitual para la dictaminación.

INTRODUCCIÓN

En nuestro planeta se generan anualmente alrededor de 2,010 millones de toneladas de residuos sólidos, cifra que se prevé aumente en los próximos 30 años (2050) a 3,400 millones de toneladas. Lo que representa un incremento del 70 % debido entre otras causas, a la rápida urbanización y el crecimiento de la población. Si bien los países de alto ingreso representan el 16 % de la población mundial, estos generan más de un tercio (34 %) de los residuos del mundo. Si no se recolectan y gestionan adecuadamente, contaminarán y afectarán los cursos de aguas y los ecosistemas durante cientos o miles de años (The World Bank, 2019a). Del periodo de 1990 a 2017, diez países de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OECD), concentraron el 29 % de la producción mundial de residuos, destacando Estados Unidos con un aporte del 10% de los residuos, China con el 5% y Japón con el 2%, respectivamente (OECD, 2019).

La generación mundial diaria de residuos per cápita promedio es de 0.74 kg, variando ampliamente hasta los 4.54 kg. Se prevé que la generación diaria per cápita en los países de altos ingresos aumente en un 19 % para 2050, en comparación con los países de medianos y bajos ingresos donde se espera que aumente un 40%. En 2016 a nivel regional Asia Oriental y el Pacífico aportaron la mayoría de los desechos del mundo con 468 millones de toneladas anuales (23 %), mientras que la región de Medio Oriente y África del Norte aportó el menor número de residuos con 129 millones de toneladas anuales. A nivel mundial, la mayoría de los desechos se vierten o eliminan actualmente en algún tipo de vertedero (basurero), la eliminación o tratamiento adecuado de residuos, tales como rellenos sanitarios, es casi exclusiva del dominio de los países de ingresos altos y medianos altos (Kaza, Yao, Bhada-Tata, & Van Woerden, 2018).

El destino final de estos residuos sólidos es un problema mundial que atañe a todos los habitantes del planeta. Su gestión inadecuada ha provocado deslizamientos de basureros que han enterrado viviendas y personas, además de contaminar los océanos, causar inundaciones al obstruir drenajes, ser focos de infección transmitiendo enfermedades, aumentando las afecciones respiratorias por causa de su quema, perjudicar a los animales que consumen desperdicios y afectar el desarrollo económico (The World Bank, 2019b).

RESIDUOS SÓLIDOS Y SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL EN AMÉRICA LATINA

Cada latinoamericano genera en promedio un kilo de basura al día y la región en su conjunto el 11% de la basura mundial. La tendencia indica que la generación de residuos continuará creciendo; por lo tanto, el problema también impactará en la gestión de estos residuos, proyectándose como uno de los mayores retos para la sustentabilidad de la región. Actualmente, los desechos que producen 170 millones de personas en la región acaban en vertederos de manera no controlada generando los basureros a cielo abierto, que no garantizan una adecuada protección del medioambiente y la salud. De estos basureros, los de mayor riesgo son aquellos donde de forma sistemática e indiscriminada, se arrojan los residuos sin control, los cuales pueden ser quemados intencionalmente como forma de reducir su volumen o por autocombustión. Estos basureros pueden llegar a tener millones de toneladas y ocupar espacios superiores a las 100 hectáreas (ONU Medio Ambiente, 2018).



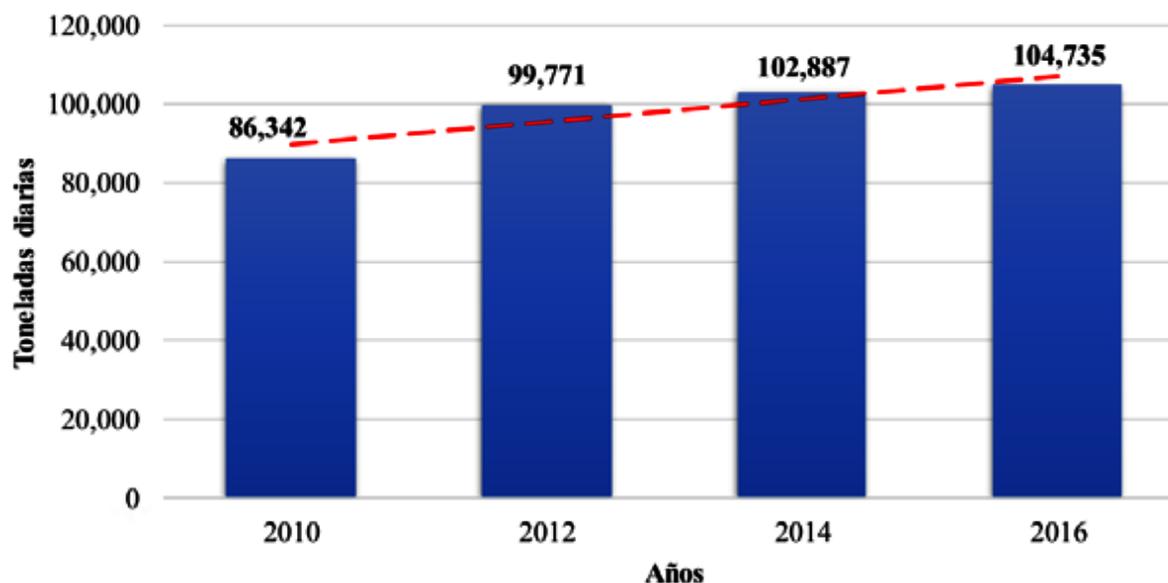
De esta forma, los residuos y su gestión constituyen una amenaza para la salud pública y el medio ambiente. Siendo un tema creciente y exponencial ligado directamente a la forma en que la sociedad crece, produce, consume y desecha. Por esta razón, reducir la generación de residuos y asegurar su gestión en sitios de disposición final (correctamente ubicados e instalados), son elementos clave para el desarrollo sustentable de la sociedad y su economía. A pesar esto, el perfil público y político de la gestión de residuos es a menudo más bajo que el de otros servicios públicos, coadyubando a la implementación de sitios clandestinos de desecho (basureros a cielo abierto). En contraste, en ciudades de bajo o medio ingreso (per cápita), el costo derivado de un incorrecto manejo de residuos para la sociedad y su economía es de 5 a 10 veces mayor (por todos sus impactos y remediación) de lo que costaría implementar un adecuado manejo (Wilson, 2015).

En México el problema no es menor, el promedio diario per cápita de producción de residuos es de 1.16 kg, ubicándonos en el 12° lugar de Latino América y el Caribe, superando el promedio regional de .99 kg y el promedio mundial de .74 kg (Kaza et al., 2018).

Aunado a la cantidad de residuos generados está el problema de su disposición final. El 87% de los tiraderos de basura son a cielo abierto y sólo un 13% rellenos sanitarios (INEGI, 2019b). Dando por hecho que ese 13% está bien ubicado y funcionando como se indica en la NOM-083-SEMARNAT (SEMARNAT, 2003), donde se especifica la protección ambiental para la selección de ubicación de un sitio de disposición final (paso uno), diseño (paso dos), construcción (paso 3), operación (paso cuatro), monitoreo (paso 5); y en su caso la clausura, obras complementarias, además de un correcto funcionamiento. Además del grave problema que existe en México por la generación de residuos y su mala disposición final, las tendencias nacionales indican un incremento en su producción (Gráfico 1). En 2016, el promedio diario de residuos sólidos recolectados a nivel nacional ascendió a 104 mil 735 toneladas, más de 3 mil toneladas en comparación con 2014 (INEGI, 2018a).

En los casos más extremos, aún existen en México 179 municipios sin servicio de recolección de basura, lo que significa un 10.1 % de municipios sin el servicio básico pero que en “algún lugar” depositan sus desechos (INEGI, 2018a).

Gráfico 1. Cantidad promedio diaria de residuos sólidos recolectada a nivel nacional.



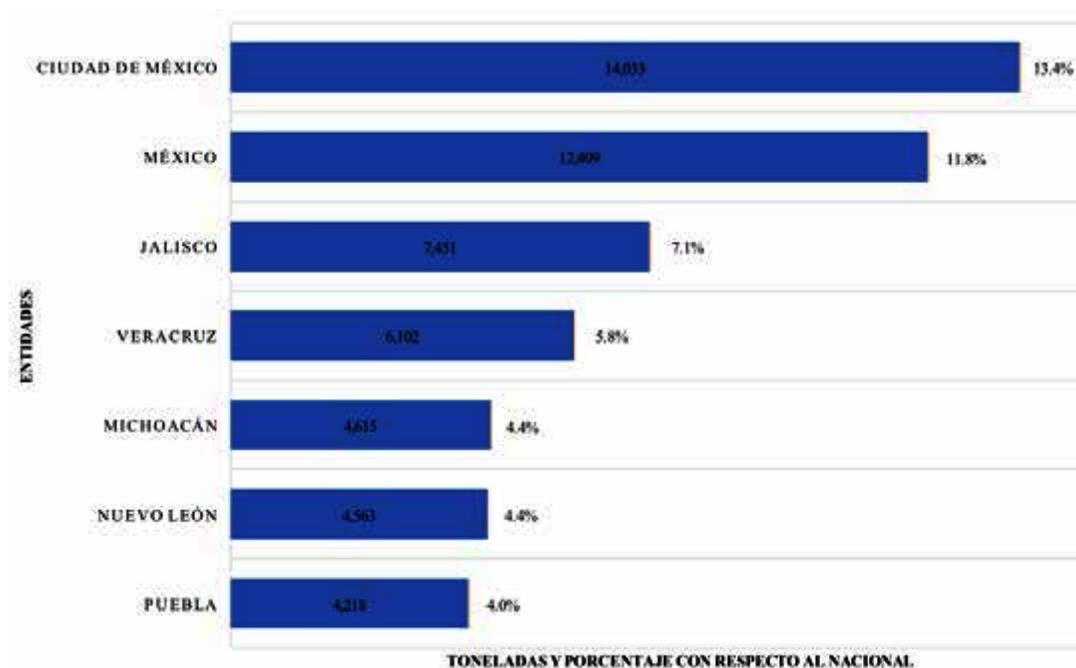
Fuente. Elaboración propia con base en el Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales 2011, 2013, 2015 y 2017. INEGI.

RESIDUOS SÓLIDOS Y SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL EN VERACRUZ DE IGNACIO DE LA LLAVE

En el último dato disponible (2016) el estado Veracruz de Ignacio de la Llave (Veracruz), ocupa el 4° lugar (6,102 t/promedio/diario/recolectadas) en producción de residuos en el país. Siete entidades en el país (Gráfico 2), son responsables de la generación del 50.9 % de los residuos que se generan (INEGI, 2018a).

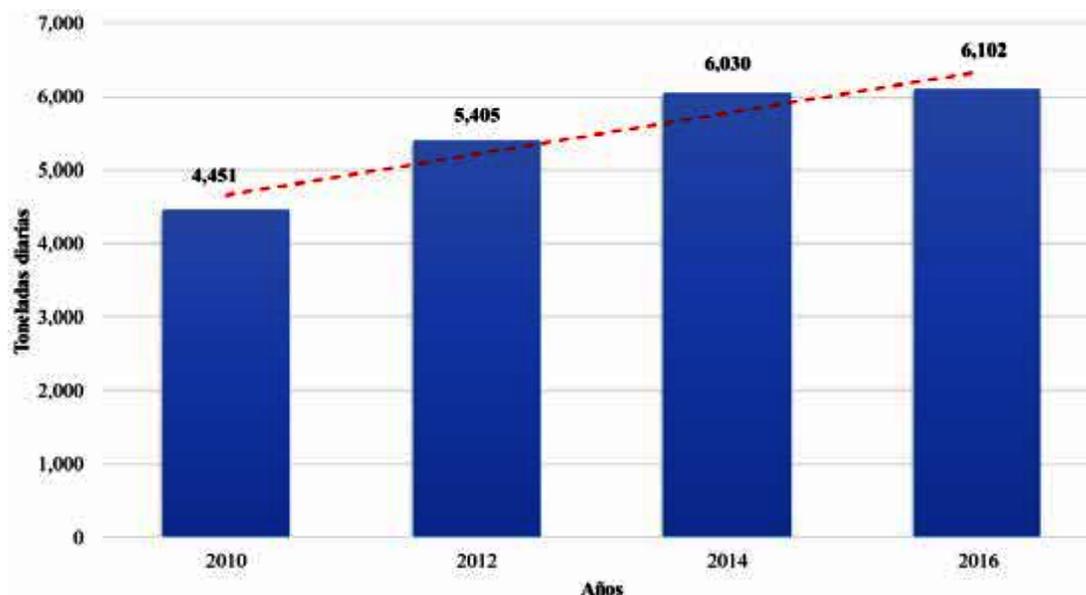
Al analizar estas cifras con los resultados de la Encuesta Intercensal 2015 (INEGI, 2016), Veracruz vuelve a destacar en el 4° lugar con un promedio diario per cápita de generación de residuos de 1.04 kg, apenas por debajo del promedio nacional (1.16 kg), superando el promedio de América Latina y el Caribe de (.99 kg) y el promedio mundial (.74 kg), respectivamente. Además, el pronóstico de generación de residuos (promedio diario) en la entidad muestra un incremento en 2016 (Gráfico 3), donde el promedio diario de residuos sólidos recolectados a nivel estatal ascendió a 6 mil 102 toneladas, más de 72 toneladas en comparación con 2014 (INEGI, 2018a).

Gráfico 2. Principales entidades del país generadoras de residuos en 2016.



Fuente. Elaboración propia con base en el Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales 2017, INEGI 2018.

Gráfico 3. Cantidad promedio diaria de residuos sólidos recolectada a nivel estatal.

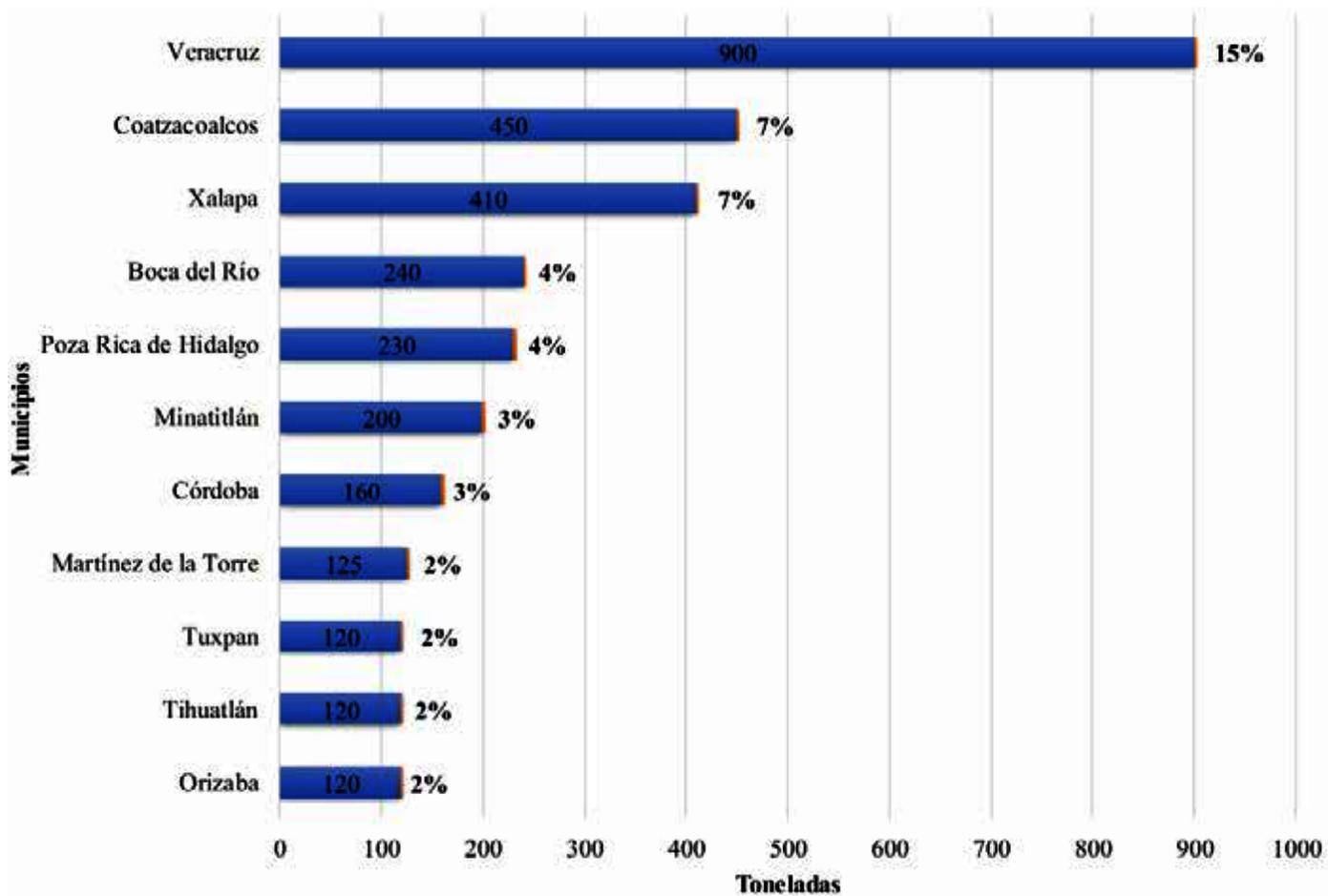


Fuente. Elaboración propia con base en el Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales 2011, 2013, 2015 y 2017. INEGI.

En 2016¹, once municipios de la entidad veracruzana concentraban más del 50 % de la producción promedio diaria de residuos (Gráfico 4), destacando el municipio de Veracruz (900 t), Coatzacoalcos (450 t) y Xalapa (410 t), respectivamente (INEGI, 2018a). Al analizar estas cifras con los resultados de la Encuesta Intercensal 2015 (INEGI, 2016), 26 municipios (de un total de 2012) tienen un promedio diario per cápita de generación de residuos mayor al promedio nacional (1.16 kg), 33 superan el promedio de América Latina y el Caribe de (.99 kg) y 54 superan el promedio mundial (.74 kg). Destacando los municipios de Tlacotalpan (2.98 kg), Otatitlán (2.63 Kg), Tecolutla (2.35), Alto Lucero de Gutiérrez Barrios (2.11) y Lerdo de Tejada (2.04), por producir en promedio más de dos kilos diarios de residuos per cápita.

¹ En el Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegaciones 2017, INEGI 2018, módulo 6.4. Once municipios del Estado de Veracruz no presentan datos.

Gráfico 4. Principales municipios de Veracruz generadores de residuos en 2016.



Fuente. Elaboración propia con base en el Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales 2017, INEGI 2018.



Si bien la generación de residuos en Veracruz es un problema, la disposición final de estos representa un reto igual o mayor, en 2016² los municipios de Alpatláhuac, Astacinga, Atlahuilco, Chumatlán, Ixmattlahuacan, Mixtla de Altamirano, Rafael Delgado, Tancoco, Tlacojalpan y Xoxocotla no contaban con servicio de recolección de residuos (INEGI, 2018a); sin embargo, en algún lugar se están depositando los residuos que estos diez municipios generan.

En este sentido, en 2015 Veracruz contaba con 141 sitios de disposición final; es decir, sólo el 66% de los municipios veracruzanos contaba con un sitio donde depositar sus residuos. De estos 141 sitios de disposición final, sólo 16 (11%) están clasificados como rellenos sanitarios (INEGI, 2015). Suponiendo que están instalados con base en la NOM-083-SEMARNAT y que operan adecuadamente.

Dado que la generación de residuos es dinámico y constante, resulta estratégico ambiental, social, económica y políticamente identificar la superficie del territorio veracruzano que cumple con la NOM-083-SEMARNAT, a fin de analizar las mejores opciones para ubicar (o reubicar) eficientemente los sitios de disposición final y los rellenos sanitarios, lo anterior, en congruencia con el “Programa Nacional Cero residuos”, donde además se justifica en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos Art. 4: Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar..., la Ley Orgánica de la Administración Pública, la Ley general para la Prevención y Gestión de los Residuos y bajo los ejes rectores del desarrollo sustentable, economía circular, combate a la corrupción, atención a poblaciones vulnerables y justicia social, reducir el riesgo e impactos en la salud y el ambiente y el bienestar social y reducción de la desigualdad (SEMARNAT, 2019) .

² En el Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegaciones 2017, INEGI 2018, módulo 6.2. El municipio de Cerro Azul (Veracruz de Ignacio de la Llave) no especificó si tenía servicio de recolección de residuos.

OBJETIVOS

General

Llevar a cabo un análisis de aptitud territorial para la ubicación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos con base en la NOM-083-SEMARNAT, en el estado de Veracruz e Ignacio de la Llave.

Específico I

Determinar a través de análisis geospaciales la superficie apta para la ubicación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos a nivel municipal, para obtener la superficie de aptitud territorial Estatal, Regional y por Zona Metropolitana.

Específico II

Realizar estadística descriptiva a nivel Estatal, Regional y por Zona Metropolitana, a efecto de determinar el potencial de aptitud territorial de sitios de disposición final en esas zonas.

METODOLOGÍA

UBICACIÓN

El estado de Veracruz de Ignacio de la Llave se ubica en las coordenadas geográficas extremas al norte $22^{\circ}30'00''$, al sur $17^{\circ}10'00''$ de latitud norte; al este $93^{\circ}36'29''$ (Mapa 1), al oeste $98^{\circ}40'54''$ de longitud oeste. Representa el 3.7% de la superficie del país y colinda al norte con Tamaulipas y el Golfo de México; al este con el Golfo de México, Tabasco y Chiapas; al sur con Chiapas y Oaxaca; al oeste con Puebla, Hidalgo y San Luis Potosí (INEGI, 2019a).

Mapa 1. Ubicación del estado de Veracruz de Ignacio de la Llave.



Fuente. Elaboración propia con base en el
Marco Geoestadístico Nacional, septiembre 2019. INEGI, 2019.

ANÁLISIS DE APTITUD TERRITORIAL DE DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

Para llevar a cabo este análisis, se revisó la NOM-083 (SEMARNAT, 2003), identificando en el numeral 6 (6.1.1 al 6.1.7), las “Especificaciones para la selección del sitio” (Tabla 1).

Tabla 1. Especificaciones para la selección del sitio.

Sub numeral	Especificación
6.1.1	Cuando un sitio de disposición final se pretenda ubicar a una distancia menor de 13 kilómetros del centro de la(s) pista(s) de un aeródromo de servicio al público o aeropuerto, la distancia elegida se determinará mediante un estudio de riesgo aviario.
6.1.2	No se deben ubicar sitios dentro de áreas naturales protegidas, a excepción de los sitios que estén contemplados en el Plan de manejo de éstas.
6.1.3	En localidades mayores de 2500 habitantes, el límite del sitio de disposición final debe estar a una distancia mínima de 500 m (quinientos metros) contados a partir del límite de la traza urbana existente o contemplada en el plan de desarrollo urbano.
6.1.4	No debe ubicarse en zonas de: marismas, manglares, esteros, pantanos, humedales, estuarios, planicies aluviales, fluviales, recarga de acuíferos, arqueológicas; ni sobre cavernas, fracturas o fallas geológicas.

Sub numeral	Especificación
6.1.5	El sitio de disposición final se debe localizar fuera de zonas de inundación con periodos de retorno de 100 años. En caso de no cumplir lo anterior, se debe demostrar que no existirá obstrucción del flujo en el área de inundación o posibilidad de deslaves o erosión que afecten la estabilidad física de las obras que integren el sitio de disposición final.
6.1.6	La distancia de ubicación del sitio de disposición final, con respecto a cuerpos de agua superficiales con caudal continuo, lagos y lagunas, debe ser de 500 m (quinientos metros) como mínimo.
6.1.7	La ubicación entre el límite del sitio de disposición final y cualquier pozo de extracción de agua para uso doméstico, industrial, riego y ganadero, tanto en operación como abandonados, será de 100 metros adicionales a la proyección horizontal de la mayor circunferencia del cono de abatimiento. Cuando no se pueda determinar el cono de abatimiento, la distancia al pozo no será menor de 500 metros.

*Fuente. Norma Oficial Mexicana
NOM-083-SEMARNAT-2003. DOF,2004.*

Para verificar el cubrimiento de los sub numerales 6.1.1 al 6.1.7, se definieron las bases de datos, nivel de desagregación, capas vectoriales y formatos a utilizar en el proyecto con base en la NOM-083-SEMARNAT y otros criterios, recabando cartografía de diversas fuentes, con el objetivo de obtener la temática más actual y a la mejor escala posible del territorio veracruzano.

Para el caso del sub numeral 6.1.1, se revisaron y obtuvieron las cartas topográficas escala 1:50 mil más actuales en formato vectorial (.shp), que intersecan el estado de Veracruz (INEGI, 2018b). Para el sub numeral 6.1.2, se obtuvieron las áreas naturales protegidas Estatales (SEDEMA, 2019) y Federales (CONANP, 2019). En el 6.1.3 se utilizaron las localidades urbanas del Marco Geoestadístico Nacional (INEGI, 2019a). Para el 6.1.4 se utilizaron los datos del Atlas de las Costas de Veracruz (López-Portillo et al., 2011), el Inventario Nacional de Humedales (CONAGUA, 2016), zonas arqueológicas (INAH, 2019) y las cartas geológicas (INEGI, 2002). Para el 6.1.5 se utilizaron las cartas topográficas, específicamente las zonas propensas a inundación (INEGI, 2018b) y las zonas con peligro de deslizamiento del Atlas de Peligros Geológicos e hidrometeorológicos (Mora, Morales, & Rodríguez, 2010). Para el 6.1.6 se utilizó la Red Hidrográfica edición 2 (INEGI, 2010) y para el 6.1.7, los pozos de extracción de agua se obtuvieron de la revisión de las cartas topográficas (INEGI, 2018b).

Otra normatividad aplicable son los Ordenamientos Ecológicos del Territorio decretados en el Estado, en este caso el de la Cuenca del Río Bobos (Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la llave, 2004), el de la Cuenca baja del Río Coatzacoalcos (Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la llave, 2008), el de la Cuenca del Río Tuxpan (Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la llave, 2009) y el Programa de Ordenamiento Ecológico regional de la región de Xalapa (Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la llave, 2018). Por lo que se analizaron las unidades de gestión ambiental (UGAS), con el fin de corroborar la compatibilidad para la selección del sitio de disposición final.

También se analizó la ubicación de bosques y selvas en el Estado (INEGI, 2017), las dunas costeras (López-Portillo et al., 2011), los conductos de PEMEX y líneas de alta tensión obtenidos de las cartas topográficas (INEGI, 2018b).

Para analizar los archivos vectoriales descritos se utilizó el software ArcGis 10.6 (ESRI, 2017) y para llevar a cabo el análisis geoespaciales se utilizó el criterio de regla de decisión multiobjetivo, donde el conjunto de alternativas (capas vectoriales de los numerales enunciados) son definidas en términos de un modelo de decisión que implica un conjunto de funciones de los objetivos (zonas de aptitud territorial) y una serie de restricciones impuestas (NOM-083-SEMARNAT) sobre las variables de decisión. Utilizando este modelo, se definen de manera intrínseca las alternativas, ya que se busca el conjunto de valores que optimice las funciones del objetivo (Taoada & Cotos, 2005).

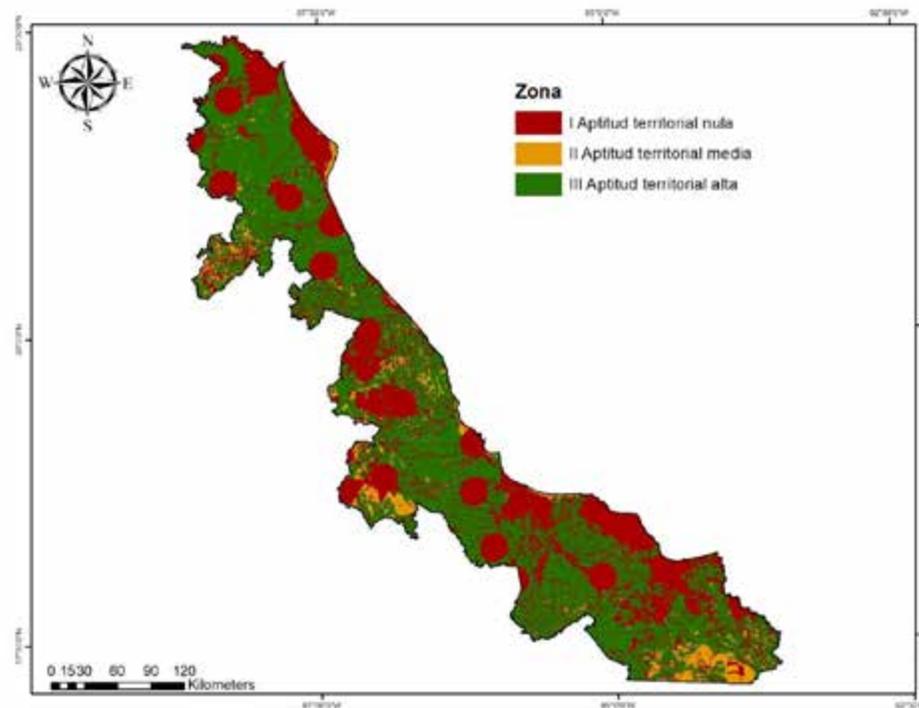
Una vez analizados se obtiene una matriz de la aptitud territorial alta, donde si es posible seleccionar la zona para un sitio de disposición final; la aptitud territorial media, donde existe un 50% de probabilidades de selección del sitio y la aptitud nula, donde no es posible con base a las normas establecidas establecer un sitio de disposición final.

Para detallar las estadísticas de la aptitud territorial, es necesario delimitar las regiones de Veracruz con base en el Plan Veracruzano de Desarrollo 2019-2024 (Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la llave, 2019), así como las zonas metropolitanas del Estado (Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano, 2018) a través de los límites municipales del Margo Geoestadístico (INEGI, 2019a). Para concluir, se exportan los datos al software Excel (Microsoft, 2019) para realizar estadística descriptiva de la información analizada.

RESULTADOS

Derivado del análisis geoespacial, se encontró que en el 41% del territorio veracruzano, es posible seleccionar una zona para sitios de disposición final (Mapa 2), ya que existe una aptitud territorial alta (zona III) en 2.9 millones de hectáreas, aptitud territorial media (zona II), donde existe un 50% de probabilidades de seleccionar un sitio en 564 mil hectáreas (8% de la entidad) y aptitud territorial nula, donde no es posible seleccionar la zona para un sitio de disposición final en 3.6 millones de hectáreas (51% de la entidad).

Mapa 2. Aptitud territorial de sitios de disposición final de residuos sólidos en Veracruz.



Fuente. Elaboración propia con base en análisis geoespaciales.

Con respecto a las Regiones del Plan Veracruzano de Desarrollo, destaca la región de Olmeca por concentrar el mayor porcentaje (25%) de aptitud territorial nula con 932 mil ha. Esta misma región concentra el mayor porcentaje (31%) de aptitud territorial media con 172 mil ha. En cuanto a aptitud territorial alta, destaca la región Huasteca Alta con el mayor porcentaje (20%) y un total de 584 mil ha para seleccionar una zona para un sitio de disposición final (Tabla 2).

Tabla 2. Aptitud territorial de sitios de disposición final de residuos sólidos por Región. Veracruzana.

Zona/ Región PVD	Superficie (ha)	%	Zona/ Región PVD	Superficie (ha)	%	Zona/ Región PVD	Superficie (ha)	%
I Aptitud territorial nula			II Aptitud territorial media			III Aptitud territorial alta		
Olmeca	932,968	25%	Olmeca	172,969	31%	Huasteca Alta	584,879	20%
Papaloapan	565,664	15%	Las Montañas	97,443	17%	Olmeca	554,945	19%
Huasteca Alta	549,741	15%	Huasteca Baja	80,156	14%	Papaloapan	464,776	16%
Huasteca Baja	301,556	8%	Huasteca Alta	73,346	13%	Huasteca Baja	325,940	11%
Capital	292,059	8%	Capital	67,832	12%	Las Montañas	233,499	8%
Las Montañas	272,771	7%	Papaloapan	19,439	3%	Totonaca	217,297	7%
Totonaca	194,173	5%	Nautla	17,456	3%	Sotavento	197,988	7%
Nautla	194,031	5%	Sotavento	16,577	3%	Capital	172,549	6%
Los Tuxtlas	190,322	5%	Totonaca	16,033	3%	Los Tuxtlas	101,721	3%
Sotavento	181,975	5%	Los Tuxtlas	3,282	1%	Nautla	100,187	3%

Fuente. Elaboración propia con base en análisis geospaciales y Plan Veracruzano de Desarrollo 2019-2024.

De las zonas metropolitanas, destaca Minatitlán por concentrar el mayor porcentaje (27%) equivalente a una superficie de 194 mil ha con aptitud territorial nula, esta misma zona metropolitana también ocupa el porcentaje más alto (36) de aptitud territorial media equivalente a 17 mil ha, por último, la zona metropolitana de Poza Rica tiene el porcentaje más alto (44%) de aptitud territorial alta con 145 mil ha para seleccionar en la zona un sitio de disposición final (Tabla 3).

Tabla 3. Aptitud territorial de sitios de disposición final de residuos sólidos por Zona Metropolitana.

Zona/ Región PVD	Superficie (ha)	%	Zona/ Región PVD	Superficie (ha)	%	Zona/ Región PVD	Superficie (ha)	%
I Aptitud territorial nula			II Aptitud territorial media			III Aptitud territorial alta		
Minatitlán	194,643	27%	Minatitlán	17,300	36%	Poza Rica	145,038	44%
Veracruz	127,662	17%	Poza Rica	10,020	21%	Minatitlán	82,536	25%
Poza Rica	123,815	17%	Orizaba	9,083	19%	Veracruz	53,043	16%
Xalapa	99,233	14%	Veracruz	8,472	18%	Acayucan	22,931	7%
Acayucan	59,785	8%	Xalapa	1,984	4%	Córdoba	9,341	3%
Orizaba	47,468	6%	Acayucan	584	1%	Xalapa	7,833	2%
Coatzacoalcos	45,208	6%	Coatzacoalcos	258	1%	Orizaba	7,636	2%
Córdoba	36,497	5%	Córdoba	217	0%	Coatzacoalcos	4,479	1%

Fuente. Elaboración propia con base en análisis geospaciales y las Zonas Metropolitanas 2018.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La cartografía analizada se encuentra a una escala de 1:50 mil (aproximadamente 90% de las capas temáticas) y 1:250 mil (aproximadamente 10 % de las capas temáticas), lo que implica una menor certeza en la selección de la zona para el sitio de disposición final; por esta razón, se requiere de manera indispensable que se utilice en gabinete este análisis, pero que se verifique en campo. Sin embargo, la escala de trabajo y las cartas utilizadas son las más actuales y precisas en su tema, lo que lo convierte en un análisis detallado en cuanto a aptitud territorial de sitios de disposición final de residuos sólidos se refiere. Una gran ventaja de utilizar este análisis, es que ahorra mucho tiempo en gabinete, permitiendo analizar mas solicitudes de selección de sitios de disposición final o bien proponiendo reubicación de los mismos (SEDEMA-SEDARPA-INEGI, 2018).

Si bien el problema de los residuos sólidos empieza con el consumismo, gestión y posteriormente su desecho, es un hecho que residuos se generarán siempre, aunque se espera que en menor cantidad. Por lo tanto, es viable pensar en seleccionar las zonas con base en la NOM-083-SEMARNAT para ubicar posteriormente los sitios de disposición final, siendo proactivos en algunos de los casos y reactivos al tener que reubicar basureros clandestinos o sitios que no cumplen con la reglamentación establecida. Por lo tanto, se requiere un análisis más profundo a nivel municipal y regional, a través de una herramienta que permita realizar un análisis estratégico, con el fin de que los 212 ayuntamientos de la entidad veracruzana ubiquen de manera expedita las zonas donde pueden proponer un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos.

Con este análisis, es posible prever (y detectar) otros casos como el vertedero de “Las Matas” en Minatitlán, Veracruz de Ignacio de la Llave. Donde en 60 hectáreas de humedales cercanos al río Coatzacoalcos, durante más de 20 años se depositaron más de 2 millones de toneladas de residuos sólidos urbanos, hidrocarburos, lodos y residuos tóxicos, poniendo en riesgo la salud de la población por la presencia de plomo, mercurio y cobre en el agua y en los suelos, destruyendo los ecosistemas (CONACYT, 2019). Se trata de cuidar el medio ambiente, de vivir y actuar de manera sustentable, pero que sea más que un deseo, que se convierta en una práctica en vez de un discurso y en una acción en vez de una ocurrencia.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONACYT. (2019). Rescate y saneamiento del vertedero a cielo abierto de “Las Matas”, Veracruz. Ciudad de México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

CONAGUA. (2016). Humedales de la República Mexicana. Recuperado el 27 de octubre de 2019, de <https://sigagis.conagua.gob.mx/humedales/>

CONANP. (2019). Áreas Naturales Protegidas de México. Recuperado el 1 de diciembre de 2019, de <http://sig.conanp.gob.mx/website/interactivo/anps/>

ESRI. (2017). ArcGis. Red Lands, California, EUA.

Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la llave. Decreto por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional que regula y reglamenta el desarrollo de la región denominada Cuenca del Río Bobos. (2004). México, Veracruz de Ignacio de la Llave: Gaceta Oficial.

Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la llave. Decreto por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional que regula y reglamenta el desarrollo de la región denominada Cuenca baja del Río Coatzacoalcos (2008). México, Veracruz de Ignacio de la Llave: Gaceta Oficial.

Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la llave. Decreto por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional que regula y reglamenta el desarrollo de la región denominada Cuenca del Río Tuxpan (2009). México, Veracruz de Ignacio de la Llave: Gaceta Oficial.

Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la llave. Programa de Ordenamiento Ecológico regional de la región de Xalapa (2018). México, Veracruz de Ignacio de la Llave: Gaceta Oficial.

Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la llave. Plan Veracruzano de Desarrollo 2019-2024 (2019). México, Veracruz de Ignacio de la Llave: Gaceta Oficial.

INAH. (2019). Zonas Arqueológicas. Recuperado el 2 de enero de 2019, de <https://www.inah.gob.mx/images/zonas/index.php>

INEGI. (2002). Conjunto de datos vectoriales Geológicos serie I. Recuperado el 2 de enero de 2019, de <https://www.inegi.org.mx/temas/geologia/>

INEGI. (2010). Red hidrográfica escala 1:50,000 edición 2. Aguascalientes, México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

INEGI. (2015). Sitios de Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos. Recuperado el 20 de octubre de 2019, de <http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/?v=bGF0OjIzLjUyNTMyLGx-vbjotOTkuMDkzNzUsejoyLGw6Y3NkZg==>

INEGI. (2016). Encuesta Intercensal 2015. Resultados.

INEGI. (2017). Conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación escala 1: 250,000, serie VI (capa unión). Aguascalientes, México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

INEGI. (2018a). Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales 2017. Resultados generales.

INEGI. (2018b). Conjunto de datos vectoriales de información topográfica escala 1:50,000. Recuperado el 2 de enero de 2019, de <https://www.inegi.org.mx/temas/topografia/default.html#Descargas>

INEGI. (2019a). Marco Geoestadístico Nacional. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

INEGI. (2019b). Módulos ambientales. Recuperado el 20 de octubre de 2019, de <http://cuentame.inegi.org.mx/territorio/ambiente/basura.aspx?tema=T>

Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). What a waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050. World Bank Publications.

López-Portillo, J., Martínez, M. L., Hesp, P. A., Hernández-Santana, J. R., Vásquez-Reyes, V. M., Gómez Aguilar, L. R., ... Gachuz-Delgado, S. (2011). Atlas de las costas de Veracruz: manglares y dunas. Secretaría de Educación y Cultura del estado de Veracruz.

Microsoft. (2019). Office 365. Redmon, Washington, EUA.

Mora, I., Morales, W., & Rodríguez, S. (2010). Atlas de peligros geológicos e hidrometeorológicos del estado de Veracruz. Secretaría de Protección Civil. Gobierno del estado de Veracruz.

OECD. (2019). Residuos municipales-Generación y tratamiento. Recuperado el 20 de octubre de 2019, de <https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=MUNW>

ONU Medio Ambiente. (2018). La Perspectiva de la Gestión de Residuos en América Latina y el Caribe. Ciudad de Panamá: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Oficina para América Latina y el Caribe.

Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano. (2018). Sistema Urbano Nacional. Ciudad de México: Secretaría de Gobernación.

SEDEMA-SEDARPA-INEGI. (2018). Sitios de Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos. Recuperado el 26 de octubre de 2019, de <http://www.veracruz.gob.mx/medioambiente/aptitud-territorial-de-sitios-de-disposicion-final-de-r-s-u/>

SEDEMA. (2019). Espacios Naturales Protegidos Estatales. Recuperado el 2 de enero de 2019, de <http://www.veracruz.gob.mx/medioambiente/>

SEMARNAT. (2003). Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003. Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción y operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos. Diario Oficial de la Federación.

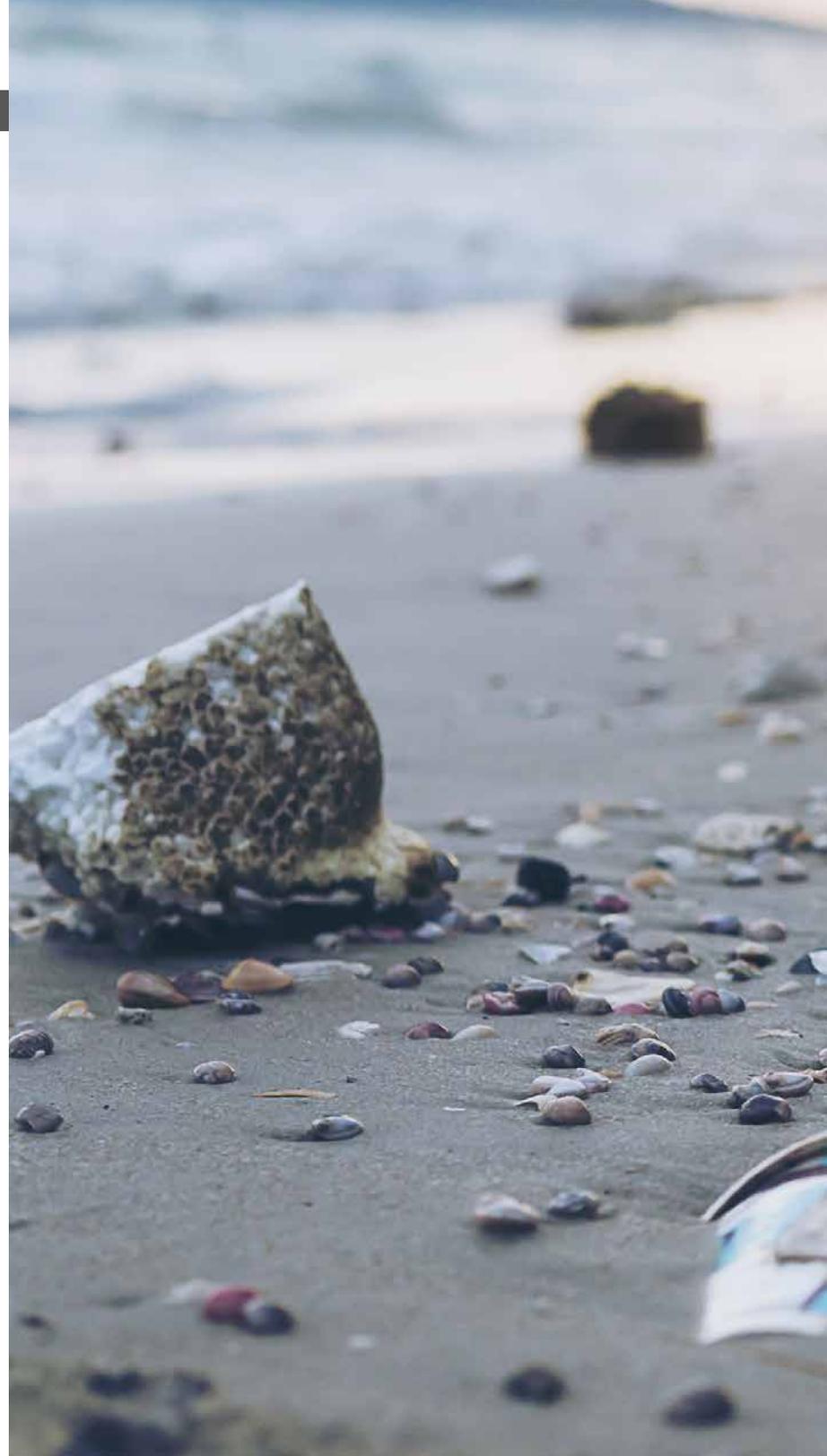
SEMARNAT. (2019). Visión Nacional hacia una gestión sustentable: cero residuos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Taoada, J. A., & Cotos, J. M. (2005). Sistemas de información medioambiental. (C. Iglesias, Ed.). España: Netbiblo.

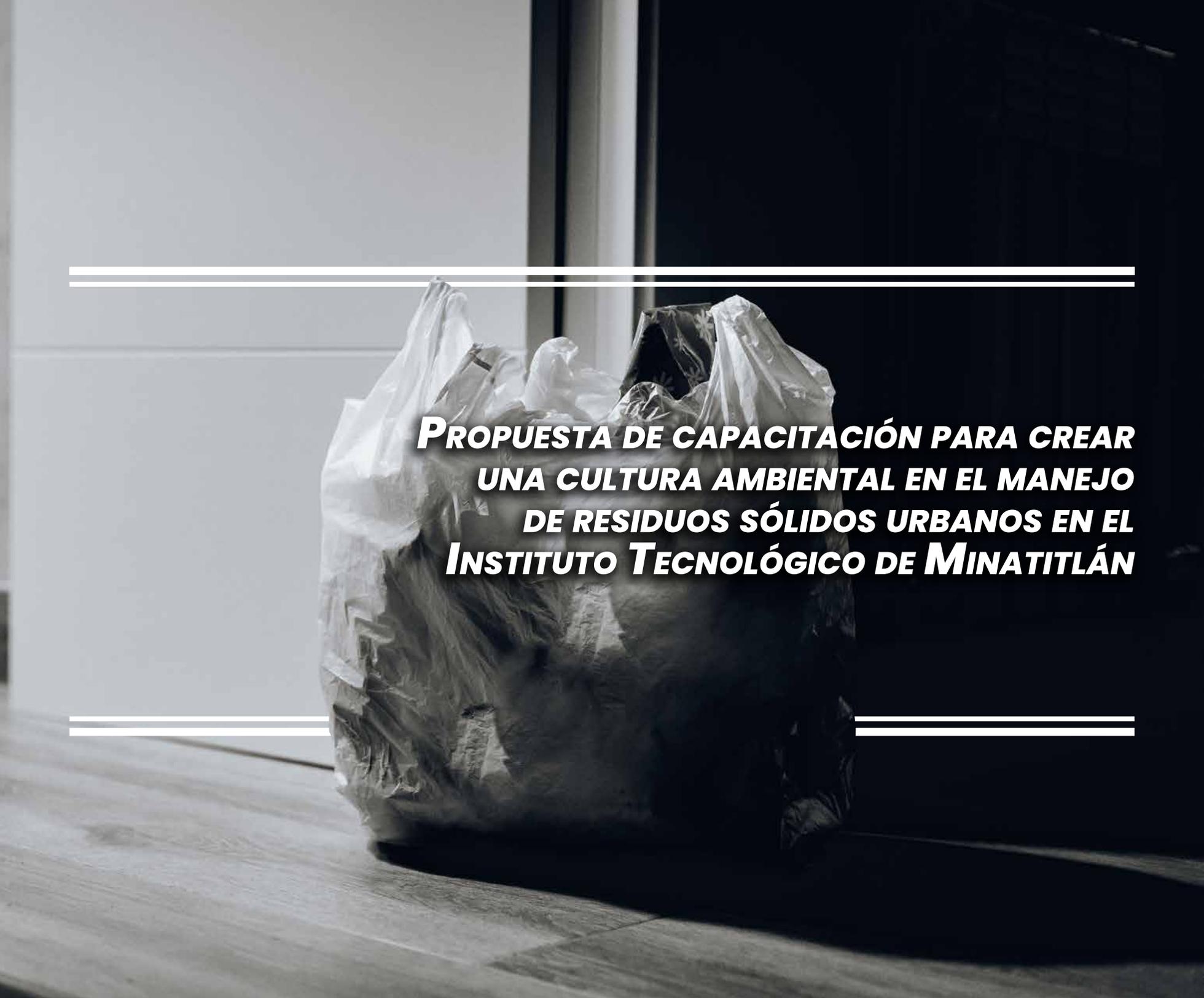
The World Bank. (2019a). Global Waste to Grow by 70 Percent by 2050 Unless Urgent Action is Taken: World Bank Report. Recuperado el 20 de octubre de 2019, de <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2018/09/20/global-waste-to-grow-by-70-percent-by-2050-unless-urgent-action-is-taken-world-bank-report>

The World Bank. (2019b). What a Waste: An Updated Look into the Future of Solid Waste Management. Recuperado el 20 de octubre de 2019, de <https://www.worldbank.org/en/news/immersive-story/2018/09/20/what-a-waste-an-updated-look-into-the-future-of-solid-waste-management>

Wilson, D. et al. (2015). Global waste management outlook. UNEP.







***PROPUESTA DE CAPACITACIÓN PARA CREAR
UNA CULTURA AMBIENTAL EN EL MANEJO
DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MINATITLÁN***

PROPUESTA DE CAPACITACIÓN PARA CREAR UNA CULTURA AMBIENTAL EN EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MINATITLÁN

*ESTHER GARCÍA GIL, HEIDY LOURDES RODRÍGUEZ CASANOVA,
LILIANA GABRIELA HERNÁNDEZ POBLETE, YOMARA ABIGAIL
ZAPATA HERNÁNDEZ.*

RESUMEN

La problemática ambiental en la zona conurbada Minatitlán-Cosoleacaque está ligada al manejo inadecuado de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU). El pasivo ambiental “Tiradero a Cielo abierto de Las Matas” es ejemplo de ello, las autoridades ambientales han pedido su cierre técnico, diagnóstico, saneamiento y/o remediación. Es menester proponer alternativas que generen una cultura de minimización de los RSU y una buena gestión ambiental.

El Instituto Tecnológico de Minatitlán (ITM), acorde a su política ambiental ha planeado una serie de actividades que conlleven al cumplimiento del programa “Hacia Basura Cero”. El ITM es generador constante de RSU, lo cual exige un manejo apropiado, disposición final adecuada y una cultura ambiental que le preceda.

El objetivo general es “Promover una cultura del cuidado del medio ambiente mediante la sensibilización y concientización ambiental para la gestión adecuada de los RSU en el ITM”, sus objetivos específicos son: Elaborar un diagnóstico del manejo de RSU y capacitar a los alumnos de Ingeniería para el diseño del programa de Educación Ambiental. La metodología incluyó las etapas: Diagnóstico del manejo de los RSU; elaboración de material didáctico; capacitación de educadores ambientales y programa de educación ambiental.

La generación de RSU fue de 31 kg/d, 20 alumnos de ingeniería ambiental capacitados, material didáctico y un programa de educación ambiental.

La cultura ambiental es la manera en que las personas se relacionan con el cuidado del ambiente, esto se logra sensibilizando en sus creencias y actitudes, así la concientización va a dar pauta a un comportamiento ambiental responsable.

INTRODUCCIÓN

La problemática ambiental en la zona conurbada Minatitlán-Cosoleacaque del estado de Veracruz está ligada al manejo inadecuado de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU). El pasivo ambiental “Tiradero a Cielo abierto de Las Matas” es ejemplo de ello, las autoridades ambientales han pedido su cierre técnico, diagnóstico, saneamiento y/o remediación. Es menester proponer alternativas que generen una cultura de minimización de los RSU y una buena gestión ambiental.

El Instituto Tecnológico de Minatitlán (ITM), acorde a su política ambiental ha planeado una serie de actividades que conlleven al cumplimiento del programa “Hacia Basura Cero”. La institución es generadora constante de RSU, lo cual exige un manejo apropiado, disposición final adecuada y una cultura ambiental que le preceda.

El **objetivo general** de esta propuesta es “Promover una cultura del cuidado del medio ambiente mediante la sensibilización y concientización ambiental para la gestión adecuada de los RSU en el ITM”, sus **objetivos específicos** son: Elaborar un diagnóstico del manejo de RSU y capacitar a los alumnos de Ingeniería para el diseño del programa de Educación Ambiental. La metodología incluyo las etapas: Diagnóstico del manejo de los RSU; elaboración de material didáctico; capacitación de educadores ambientales y el programa de educación ambiental.

ANTECEDENTES

Acorde con el objetivo 12 de Desarrollo Sostenible (ONU, 2019) se encuentra el recién creado Programa “Hacia basura cero” propuesto para la Ciudad de México”. “A un año del comienzo del programa Basura Cero en la Ciudad de México, la Agencia de Gestión Urbana (AGU) ha calificado como exitosa, ya que se ha avanzado en la separación de basura y en la consciencia ciudadana para disminuir los contaminantes en la capital; lo que se traduce en más de 119 mil toneladas de reciclaje orgánico y 241 mil menos a rellenos sanitarios. En entrevista para La Razón, Jaime Slomianski, director de la AGU, aseguró que el programa busca que la

basura se procese casi en su totalidad, para reducir contaminantes y producir energéticos, que serán benéficos para toda la ciudad, así como implementar nuevas tecnologías sustentables, tales como la termovalorización y la biogestión (Buitron, 2019).

Los desechos se tienen que valorizar para que las menos toneladas terminen en rellenos sanitarios, ése es el marco de todas las acciones para Basura Cero. Este está basado en un programa de economía circular, en el cual se generan insumos (vasos, empaques), éstos se comercializan y usan, después se desechan y se convierten en residuos, al separarlos empieza el proceso para que los que se puedan reciclar se incorporen a la industria del reúso. Esto es, reducir, reutilizar y reciclar; hay que generar una cultura de esta campaña de separación, misma que inició en 2017. Ahora tenemos una cuarta “r”, que es recuperar energía a través de biodigestión y termo valorización.

En lo que se refiere a resultados: Del 8 de julio del 2016 al 31 de mayo de 2017 se recibían 351 mil, 996 toneladas de residuos orgánicos, mientras que para el periodo que abarca del 8 de julio de 2017 al 31 de mayo de 2018, se recibieron 471 mil, 954; un aumento del 34 por ciento más. Además, en el mismo periodo, pero de la etapa anterior entre 2016 a 2017 fueron 2 millones, 791 mil, 480 toneladas de residuos de otro



tipo a rellenos sanitarios del Estado de México, pero del nuevo periodo entre 2017 a 2018, se tuvo una baja al pasar a 2 millones, 549 mil, 574.” (Butrón, 2018).

De acuerdo con Salvador Meneses, presidente de la organización Basura Cero, el problema es debido a la falta de cultura y conciencia social de las personas sobre todos los desperdicios que nos rodean. Se estima que los capitalinos producen 1.7 kilos de basura al día. La media nacional es de 1.3 kilogramos (Flores, 2018).

Las instituciones educativas brindan un servicio que conlleva el uso de recursos naturales y la generación de desechos. Aunque la razón principal de dichas instituciones es brindar un servicio educativo conlleva la responsabilidad del consumo de recursos y la generación de desechos líquidos, sólidos y gaseosos. Ese es el caso de nuestra casa de estudios el Instituto Tecnológico de Minatitlán, que con una comunidad tecnológica de aproximadamente 5,000 personas es generador de RSU que exigen un manejo adecuado al interior y una disposición final adecuada. La institución cuenta con un Sistema de Gestión Ambiental que promueve la separación y recuperación de algunos materiales, pero en busca de la mejora continua se desea hacer mucho más, recuperar una mayor cantidad y tipo de materiales que eviten ser depositados en el tiradero a cielo abierto. El ITM ha declarado en su política ambiental el compromiso que tiene con la conservación y el cuidado del medio ambiente, razón por la cual el presente programa se alinea a esa política y al mismo tiempo busca cumplir con el compromiso nacional adquirido como Institución con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Lo anterior debido a que “El presidente Andrés Manuel López Obrador presentó junto con la secretaria de la SEMARNAT, Josefa González Blanco; y el gobernador Cuitláhuac García Jiménez, la iniciativa de gestión sustentable de los residuos que se vierten en el tiradero a cielo abierto Las Matas.

Con el programa Hacia Basura Cero, el Gobierno de México trabaja en el saneamiento de las 26 hectáreas donde se acumula la basura de los municipios de Minatitlán, Cosoleacaque y Coatzacoalcos, a fin de reducir el impacto ambiental y proteger la salud de la población.

El plan de rescate de Las Matas que ejecutan SEMARNAT, el Estado y municipios, consta de cinco etapas: Estudios de ingeniería, Intervención y rescate, Cierre técnico, Plan de remediación, y Monitoreo ambiental y mantenimiento.

González Blanco informó que el Tecnológico de Minatitlán y la dependencia federal signaron un convenio de honor para convertir a la institución educativa en ejemplo nacional del programa Hacia Basura Cero y manejo óptimo de los residuos” (GEV, 2019).

Debido al compromiso que el ITM ha declarado en la política ambiental del SGA y al convenio de honor adquirido el 01 de febrero del 2019, se han planeado una serie de actividades que conlleven al cumplimiento exitoso del programa “Hacia Basura Cero”.

DIAGNÓSTICO DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

El diagnóstico del manejo de los RSU incluye la generación, separación, recolección, almacenamiento y disposición final. A continuación, se muestra la situación actual del manejo de los residuos en la Institución.

GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

Se elaboró un programa de muestreo que indico el periodo de realización, la jornada de muestreo, el número de personas que integraría la brigada de muestreo y las actividades que llevarían cada uno de ellos. En la imagen 1, se presenta el programa ambiental para llevar a cabo el Diagnóstico de la generación y manejo de los RSU del ITM.

Imagen 1. Subprograma “Diagnóstico de la generación de residuos sólidos”.

LOGO TECN M		NOMBRE DEL SUBPROGRAMA: DIAGNÓSTICO DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS							
		REFERENCIA A LA NORMA:							
OBJETIVO GENERAL: Crear una cultura de responsabilidad ambiental en el personal, estudiantes y partes interesadas.		OBJETIVO AMBIENTAL: Realizar el Manejo integral de RSU.		META: Estimar la tasa de generación y tipo de RSU del ITMINA		INDICADOR: TG (KG/DÍA)= Cantidad de RSU (kg)/Día TR (%)= (Cantidad de residuos por tipo (kg/Día))/Total de TGR		CÓDIGO	
								REVISIÓN	
								PÁGINA: 1/1	
								PERIODO: ENERO-JUNIO 2019	
Nº	ACTIVIDADES	AVANCE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	
1	Definir el periodo (numero de días) de muestreo y la duración (horas de operación ITMINA).	P							
		R							
2	Calcular el número de personas que integraran la brigada de muestreo.	P							
		R							
3	Establecer los puntos de recolección y almacenamiento para la cuantificación y tipificación de los rsu.	P							
		R							
4	Definir los materiales, equipos y herramientas para el diagnóstico.	P							
		R							
5	Realizar el muestreo, llenar las bitácoras de generación.	P							
		R							

Fuente: Diagnóstico de la generación de RSU ITM

PERIODO DE MUESTREO

Para definir el periodo de muestreo se consideraron los días y horas de operación normal del ITM. La Institución opera de lunes a viernes de 7:00 a 21:00 horas durante los semestres de enero-junio y agosto-diciembre. Se eligió el semestre enero-junio y el periodo fue de cinco días (lunes a viernes), realizando la limpieza de los contenedores un día previo al muestreo.

BRIGADA DE MUESTREO

La brigada de muestreo requirió recibir información sobre el tipo y número de contenedores a muestrear, periodo y hora de muestreo, la ruta de recolección, el sitio para el almacenamiento y el área de trabajo para la cuantificación. En la tabla 1 se presentan los recursos utilizados en el muestreo de RSU.



*Tabla 1. Recursos humanos y materiales
requeridos para muestreo y cuantificación de RSU.*

Horario	Recurso humano	Espacio	Recursos materiales
7:00-8:00	6 alumnos	Puntos de muestreo ITM	Bolsas de plástico
8:00-9:00	6 alumnos	Patio del área de almacenamiento de RSU	Palas, Bieldos, carretilla, escoba, báscula y formatos
9:00-10:00			
10:00-11:00			
11:00-12:00			
12:00-13:00			
13:00-14:00	6 alumnos	Puntos de muestreo ITM	Bolsas de plástico
14:00-15:00	Alumnas G. residuos		
15:00-16:00			
16:00-17:00			
17:00-18:00	6 alumnos	Puntos de muestreo ITM	Bolsas de plástico
18:00-19:00	Alumnas G. residuos		
19:00-20:00			
20:00-21:00			

Fuente: Diagnóstico de la generación de RSU del ITM

METODOLOGÍA DE MUESTREO PROBABILÍSTICO

Para determinar el número de muestras de RSU a tomar se utilizó la norma “PROTECCIÓN AL AMBIENTE-CONTAMINACIÓN DEL SUELO-RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES-DETERMINACIÓN DE LA GENERACIÓN (NMX-AA-61-1985). La tasa de generación se obtuvo a partir de la información del muestreo estadístico aleatorio en campo, con duración de cinco días, se consideró a cada contenedor como un punto de generación (casa habitación). A continuación, se presenta la secuencia de etapas del muestreo probabilístico con el uso de números aleatorios.

1. Identificación y definición de la población.

La comunidad tecnológica está integrada por alumnos, docentes, personal administrativo, entre otros. En la tabla 2 se presenta la cantidad de personas que integran a la comunidad institucional.

Tabla 2. Cantidad total de personas del ITMINA

Comunidad tecnológica	No. de personas	Subtotal
Docentes (+)	239	
No docentes (+)	113	
Alumnos Ene-Jun 2019	3954	
Personal interno (+)		4306

Comunidad tecnológica	No. de personas	Subtotal
Docentes de Ingles (x)	2	
Alumnos Ingles	410*	
Personal de vigilancia (x)	12	
Personal de limpieza (x)	10	
Personal externo (x)		24
	TOTAL	4330

Fuente: Diagnóstico de la generación de RSU del ITM

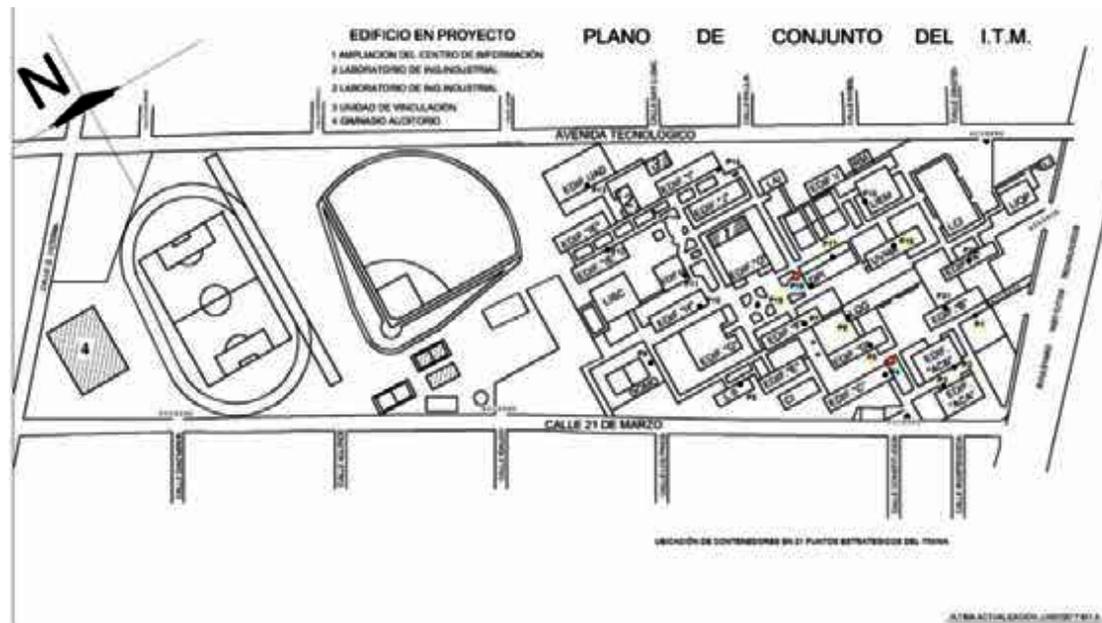
*Nota: No se incluyen los alumnos de Ingles, puesto que son parte de la comunidad estudiantil y ya se contabilizaron anteriormente.

2. Realizar el listado de cada una de las unidades de la población.
3. Calcular la muestra.
4. Numerar las unidades de la población.
5. Determinar el orden en que hará uso de la tabla, columna, la fila y la dirección en que se iniciará el procedimiento de selección de los componentes de la muestra.
6. Seleccionar las unidades de la población que formarán la muestra, si hay repetición de números serán descartados y sustituidos por otros (ver tabla de números aleatorios).
7. Si en la columna que se empezó no alcanza para completar el total de la muestra se elegirá las siguientes columnas hasta lograr el total de componentes de la muestra.
8. Puede seleccionar un número mayor al total del tamaño de la muestra, esto para los casos en que sea necesario la sustitución de unidades no accesible en el momento de la recolección de datos.

UBICACIÓN DE LOS CONTENEDORES DE RSU

El croquis del ITM, sirvió para señalar la ubicación de los contenedores y los puntos a muestrear (Imagen 2). Es importante comentar que los contenedores de concreto están colocados en grupos de cuatro en veintidós sitios del ITM. La información obtenida podrá ser utilizada para establecer las metas de recuperación de los materiales separados de los RSU y proponer los requerimientos de contenedores, ubicación adecuada, así como las rutas de recolección para su adecuado funcionamiento.

Imagen 2. Croquis ITMINA



Fuente: Depto. Planeación ITM

CUANTIFICACIÓN DE SUBPRODUCTOS

Una vez que se realizó el muestreo, se almacenaron los RSU de un día de generación para determinar el tipo y cuantificación de subproductos de acuerdo a las normas técnicas mexicanas.

DESARROLLO DEL DIAGNÓSTICO DE LA GENERACIÓN DE RSU

El muestreo se realizó durante cinco días de operación normal de la institución para una jornada de 14 horas (7:00 a 21:00 h). Se tomó en cuenta la cantidad de personas que integran la comunidad ITMINA, considerando a los alumnos, maestros, personal administrativo, subcontractados, etc. El diagnóstico produjo información sobre la tasa de generación per cápita, tipo de residuos, rutas de recolección y puntos estratégicos para la ubicación de contenedores.

TAMAÑO DE LA PREMUESTRA

A partir del riesgo seleccionado (O) se adoptó un tamaño de muestra por estrato con base en la tabla 3. Y se determinó y ubicó el universo de trabajo (número de contenedores) en un plano actualizado del ITMINA.

Tabla 3. Tamaño de muestra en función del riesgo.

Riesgo (O)	Tamaño de la muestra (n)
0.05	115
0.10	80
0.20	50

MUESTREO

DATOS DE LA POBLACIÓN

El universo correspondió al número de contenedores de concreto en el ITMINA (previamente enumerados del 1 al 83). Sin embargo, puesto que el tamaño del universo es de 83, el riesgo sugerido es de 0.05 y el valor de la premuestra propuesto es de 115, no se utilizó el valor de la premuestra, más bien, se definió el tamaño de la muestra a partir de la siguiente ecuación:

$$\text{Ecuación 1.} \quad m = \frac{N}{(N-1)(K^2)+1}$$

Donde:

m-Numero de muestras

N-Población

K- Margen de error (10, 5 y 2%)

$$m = \frac{83}{(83 - 1)(0.15^2) + 1} = 29.17$$

El tamaño de la muestra fue de 30 elementos (contenedores).

OBTENCIÓN DE LOS NÚMEROS ALEATORIOS

Con base en el tamaño de la muestra, se seleccionó aleatoriamente los elementos de dicho universo que forman parte de la muestra. Para realizar lo anterior, se empleó la tabla de números aleatorios (Imagen 3).

Se inició la lectura de la tabla de izquierda a derecha en la primera fila, tomando en cuenta valores de dos dígitos puesto que es el número de dígitos que tiene el universo. Y solo se tomaron en cuenta los valores menores o iguales a 83. Los valores repetidos no se consideraron. El número de valores a obtener de la tabla, es el número de valores de la muestra (30).

Imagen 3. Tabla de números aleatorios.

85967	73052	14511	85285	36009	95892	36962	67835	63314	50162
07483	51453	11649	86348	76431	81594	95858	36738	25014	15460
96283	01898	61414	83525	04231	13604	75339	11730	85423	60698
49174	12074	98551	37895	93547	24769	09404	76548	05393	96770
97366	39941	21225	93629	19574	71565	33413	56087	40875	13351
90474	41469	16812	81542	81652	45554	27931	93994	22375	00953
28599	64109	09497	76235	41383	31555	12639	00619	22909	29563
25254	16210	89717	65997	82667	74624	36348	44018	64732	93589
28785	02760	24359	99410	77319	73408	58993	61098	04393	48245
84725	86576	86944	93296	10081	82454	76810	52975	10324	15457
41059	65456	47679	65810	15941	84602	14493	65515	19251	41642
67434	41045	82830	47617	36932	46728	71183	36345	41404	81110
72766	68816	37643	19959	57550	49620	98480	25640	67257	18671
92079	46784	66125	94932	64451	29275	57669	66658	30818	58353
29187	40350	62533	73603	34075	16451	42885	03448	37390	96328
74220	17612	65522	80607	19184	64164	66962	82310	18163	63495
03786	02407	06098	92917	40434	60502	82175	04470	78754	90775
75085	55558	15520	27038	25471	76107	90832	10819	56797	33751
09161	33015	19155	11715	00551	24909	31894	37774	37953	78837
75707	48992	64998	87080	39333	00767	45637	12538	67439	94914

Los números aleatorios obtenidos fueron los reportados en la Tabla 4.

Tabla 4. Número de contenedores a muestrear.

67	52	11	09	62
35	14	83	53	49
48	31	58	38	60
25	04	39	30	23
74	51	47	69	48
70	66	41	29	65

Cada valor representó el número del contenedor que fue seleccionado para ser muestreado. Es importante comentar que los contenedores de concreto estaban ubicados en grupos de cuatro y distribuidos en 21 sitios dentro del ITM.

Puesto que durante el periodo de muestreo era temporada de precipitaciones pluviales, se optó por acomodar los contenedores en las áreas techadas, a fin de no tener los residuos húmedos y con generación de lixiviados (Imagen 4).

Imagen 4. Ubicación de contenedores en áreas techadas del ITM.



REALIZACIÓN DEL MUESTREO

- a. Se hizo un recorrido por los 21 sitios de ubicación de los contenedores y se colocó una bolsa de plástico (110 cm x 120 cm) en cada uno de los contenedores de concreto seleccionado aleatoriamente. La bolsa de plástico usada en el muestreo fue de color verde a fin de diferenciarlas de las usadas en el resto de los contenedores.
- b. Las bolsas colocadas el día lunes 24 de marzo de 2019 a las 17:00 hrs sirvieron para realizar una limpieza en los contenedores seleccionados para el muestreo, eso evito un error en la medición y garantizó que la cuantificación fuera de 24 hrs.

- c. El día martes 25 de marzo de 2019 a las 7:00 hrs se colocó la bolsa de plástico en el contenedor seleccionado para iniciar la cuantificación de los residuos. Es importante mencionar que los horarios de recolección fueron de 7:00 a 8:00 hrs, 13:00 a 14:00 hrs y de 17:00 a 18:00 hrs. La recolección de las bolsas con residuos se inició a las 13:00 hrs, la segunda recolección se hizo de 17:00 a 18:00 hrs y, por último, la tercera recolección se realizó hasta el siguiente día a las 7:00 hrs. El número de recolectores por punto fue de 6 personas (3 parejas), cada pareja tuvo la responsabilidad de atender 3 puntos de recolección es decir recolectar los residuos de 10 contenedores.
- d. Posterior a la recolección es la cuantificación, la cual se llevó a cabo en el área de almacenamiento de los RSU del ITMINA. Utilizando una báscula y registrando los pesos los formatos correspondientes.
- e. Las bolsas se vaciaron completamente en el piso limpio, se mezclaron con un biello y se aplicó el método de cuarteo fundamentado en la NORMA MEXICANA NMX-AA-15-1985. PROTECCIÓN AL AMBIENTE - CONTAMINACIÓN DEL SUELO – RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES - MUESTREO - MÉTODO DE CUARTEO. Una vez que se redujo la cantidad de residuos se procedió a la clasificación de los subproductos aplicando el procedimiento de la NORMA MEXICANA NMX-AA-022-1985. PROTECCIÓN AL AMBIENTE-CONTAMINACIÓN DEL SUELO-RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES-SELECCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE SUBPRODUCTOS. Se llenaron los formatos con la información generada en el pesaje de los RSU y los subproductos de los RUS.
- f. Posterior a la cuantificación se hizo la recolección de los residuos colocándola nuevamente en las bolsas de plástico y se almacenaron en el área de almacén temporal de RSU para su posterior disposición final.

- g. El muestreo realizado contempló los cinco días de la semana, iniciando y terminando la cuantificación un día martes, los días sábado y domingo no se tomaron en cuenta puesto que esos días no hay actividad en la institución (Imagen 5).
- f. Posterior a la cuantificación se hizo la recolección de los residuos colocándola nuevamente en las bolsas de plástico y se almacenaron en el área de almacén temporal de RSU para su posterior disposición final.
- g. El muestreo realizado contempló los cinco días de la semana, iniciando y terminando la cuantificación un día martes, los días sábado y domingo no se tomaron en cuenta puesto que esos días no hay actividad en la institución (Imagen 5).

Imagen 5. Muestreo de RSU en el ITM.



RESULTADOS

Los 30 contenedores muestreados deben almacenar los residuos generados por 1556 personas, lo cual representa a un rango del 34 a 36 % de la comunidad del ITMINA. El total de RSU cuantificados durante los cinco días de operación del ITMINA fue de 154.906 kg, obteniéndose un promedio de la generación diaria de 30.98 Kg/día. Sin embargo, se hizo el cálculo para toda la comunidad del ITMINA y se obtuvo la generación per cápita de 0.02 Kg/hab. día, es decir 20 g/hab. día, estimándose una generación total de RSU en la institución de 91.12 Kg/día

Ahora bien, en lo que respecta a la cuantificación de los subproductos de los RSU se obtuvieron los datos presentados en la tabla 5. y la gráfica en la imagen 6. de las cuales se desprende los siguientes puntos:

Los subproductos plásticos (Plástico soplado, plástico rígido y de película, poliestireno expandido y botellas de PET), son los que se encuentran en mayor porcentaje en peso en los RSU, el valor fue de 43 %. Sin embargo, el plástico reciclable solo se encuentra en un 39 %, de los cuales el 18 % corresponde al PET.

Tabla 5. Porcentaje en peso de los subproductos de los RSU del ITMINA.

Tipo de subproducto	Porcentaje (%)
Cartón	7
Envase tetrapack	1
Lata de aluminio	2
Papel	13
Pañal desechable y toallas sanitarias	5
Plástico soplado	10
Plástico rígido y de película	11
Poliestireno expandido (unicel)	4
Residuos alimenticios	10
Residuos de jardinería	2
Vidrio transparente	7
Botellas de PET	18
Otros	10
TOTAL (%)	100

En lo que respecta a la materia orgánica, se cuantificó un valor porcentual en peso del 12 % que incluyó a los residuos alimenticios y de jardinería.

Los residuos que se consideran un rechazo y con destino final en un relleno sanitario son los sanitarios, los cuales incluyen a pañales desechables y toallas sanitarias. El porcentaje de dicho tipo de residuos fue del 5 %.

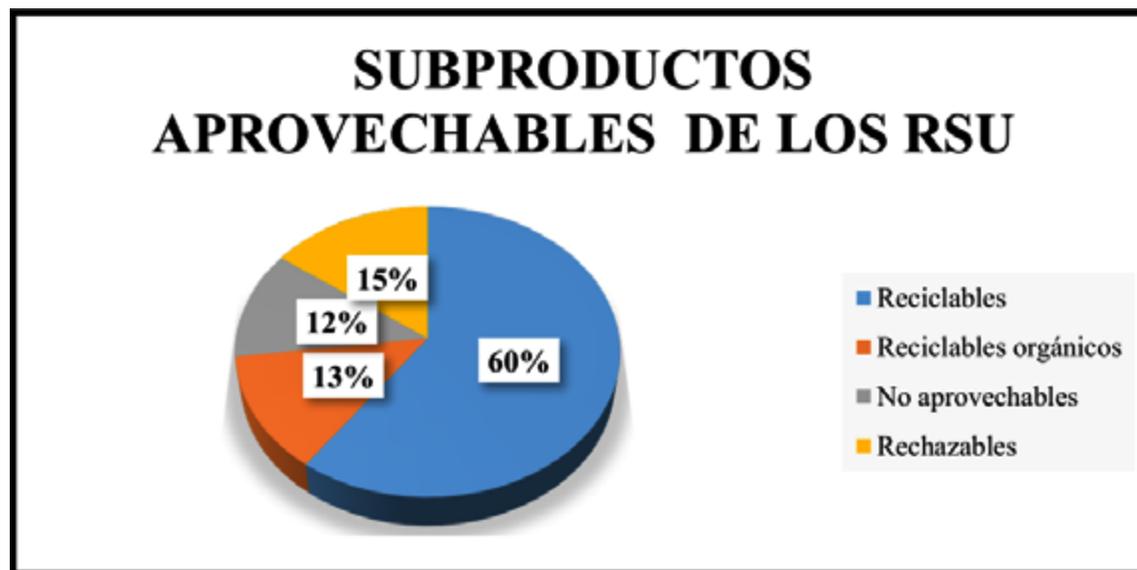
Entonces, el porcentaje de subproductos con posibilidades de reciclaje y con valor comercial es del 73 % en donde se incluye lo inorgánico y orgánico. En el caso de los residuos que no podrán ser aprovechados son los rechazables y no aprovechables (no tienen un valor comercial en la zona) con un 27 % (Imagen 7).

De acuerdo a la cuantificación de los RSU de ITM, se observa que existe un porcentaje de subproductos con factibilidad de ser reciclados, disminuyendo así la cantidad de residuos que son enviados diariamente al tiradero a cielo abierto “Las Matas”.

Imagen 6. Gráfico de los porcentajes en peso de los subproductos específicos de los RSU del ITM.



Imagen 7. Gráfico de los subproductos
de los RSU aprovechables.



ACTIVIDADES DE RECOLECCIÓN

La recolección de RSU se lleva a cabo con dos personas del área de recursos materiales, sus actividades incluyen el colocar bolsas de 110 cm x 120 cm (Bolsas Jumbo color verde) en cada uno de los contenedores de concreto, vaciarlas una vez que estén llenas y transportarlas en un diablito hacia el área de almacén temporal de RSU. El recorrido se realiza diariamente siguiendo una ruta de recolección establecida en función de la experiencia del departamento a cargo (Acceso, Edificio de dirección, computo, área económico administrativo, centro de información, laboratorio de química analítica, área electromecánica, etc.). La labor de recolección y transporte de los residuos empieza a partir de las 6:00 h y termina a las 16:00 h, se realizan cuatro vueltas por turno.



De acuerdo a los comentarios del personal recolector se conoce que los contenedores se encuentran llenos a las 10:00 h, no hay cultura de separación por parte de la comunidad institucional, aunque existen contenedores rotulados, la recolección tampoco es selectiva (residuos mezclados), existen algunos contenedores de malla que solo almacenan botellas de PET, pero no son suficientes, ni cubren todas las áreas de generación. Los residuos sanitarios (papel higiénico, toallas sanitarias y pañales) son colocados en los contenedores exteriores a los baños dificultando la separación y aprovechamiento de algunos subproductos de los RSU.

Los contenedores al interior de oficinas y aulas no promueven la separación de residuos, los cuales son colocados en los contenedores de forma mezclada.

Por último, los residuos orgánicos generados en las actividades de limpieza de áreas verdes, podas de árboles y cafeterías no son composteados y se almacenan con el resto de los residuos.

ALMACENAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL

Existe un almacén temporal de RSU, techado, con puertas y rampa de acceso. Solo se utiliza para almacenar los residuos mezclados, y las botellas de PET se encuentran en los contenedores de malla. Los subproductos de los RSU como papel, y botellas de PET son retirados por la empresa ECOKAANS, mientras que el resto de los residuos son enviados al tiradero a cielo abierto de “Las Matas”.

ELABORACIÓN DEL MATERIAL DIDÁCTICO Y CAPACITACIÓN DE EDUCADORES AMBIENTALES

El grupo de alumnos de Ingeniería Ambiental denominado COCAAM se originó a partir de la reunión que tuvieron con la Secretaria de SEMARNAT Josefa González Blanco en las instalaciones del ITM y por el convenio de honor acordado el día 01 de febrero del 2019 de realizar acciones para transitar Hacia basura cero (Imagen 8). Este grupo de alumnos recibió capacitación durante al menos seis sesiones de trabajo, para formarse como educadores ambientales y elaborar material didáctico de apoyo en este proceso. Es importante comentar que el grupo COCAAM recibió aportaciones de docentes de la academia de Ingeniería ambiental, una profesional en el área de psicología, así como del Coordinador del SGA y la empresa Ecokaans.

El resultado fue 20 alumnos capacitados, material didáctico elaborado y realización de una prueba piloto con alumnos de primer semestre.

*Imagen 8. Secretaria de Medio Ambiente y
alumnos de ingeniería ambiental.*



PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL

La propuesta del programa de educación ambiental se encuentra plasmada en la ficha del programa de capacitación y la bitácora de capacitación (Imagen 9) que a continuación se presentan.

PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL

Instituto Tecnológico o Centro o Unidad: INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MINATITLÁN

Nombre del Curso de Capacitación: MANEJO ADECUADO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU) EN EL

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MINATITLÁN

Instructor(a): CONCIENCIA, CULTURA Y ACCIÓN AMBIENTAL (COCAAM)

Dirigido: A la comunidad Tecnológica del ITM

INTRODUCCIÓN

La educación Ambiental debe ser contemplada en los saberes cognitivos y éticos destacando los valores como la responsabilidad, la solidaridad, la cooperación, el respeto por la diversidad.

Es esencial que para lograr que el ser humano realice interacciones con la naturaleza más armoniosas, es necesario efectuar una educación ambiental de manera integral en los seres humanos, no viéndola en las aulas como contenidos a tratar sino como ejes transversales a partir de los cuales el hombre aprende a relacionarse con su medio, conocerlo y comprender que son parte de éste y por lo tanto tiene la responsabilidad de cuidarlo.

Es por ello que las instituciones educativas se han dado a la tarea de gestionar acciones en pro de una relación más amigable con el ambiente, tal es el hecho del Instituto Tecnológico de Minatitlán, el cual posee un Sistema de Gestión Ambiental que promueve la separación y recuperación de Residuos sólidos Urbanos. El ITM ha declarado en su política ambiental el compromiso que tiene con la conservación y el cuidado del medio ambiente, razón por la cual elabora un Programa llamado “HACIA BASURA CERO” alineándose a esa política y al mismo tiempo busca cumplir con el compromiso nacional adquirido como Institución con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). El objetivo del programa General “Hacia basura cero” es promover una cultura del cuidado del medio ambiente a partir de la concientización y la sensibilización ambiental de la comunidad tecnológica es por ello que, las buenas practicas instruidas a través del programa de educación ambiental facilitara la recuperación de RSU y la aplicación de las 5´R todo ello con la finalidad que los residuos no lleguen al basurero a cielo abierto.

Cocaam es un comité estudiantil que surge a partir del programa antes mencionado, el cual está compuesto de estudiantes de ingeniería ambiental quienes son los promotores de la educación ambiental en el ITM y quienes serán capacitadores en el curso- Taller “Manejo adecuado de RSU “, cabe hacer mención que este curso está estructurado con temas propios de la política del SGA con 30 horas presenciales y materiales didácticos acordes a los subtemas abordados.

JUSTIFICACIÓN

Educar es toda relación interpersonal capaz de promover la construcción de conocimientos, ideas, actitudes y valores que permita al hombre desarrollarse integralmente y vivir en sociedad buscando el bien común, es decir, que vayan de la mano el saber, saber hacer y saber ser, ya que poseyendo conocimientos, actitudes y habilidades se logra una mejor educación ambiental.

El presente curso-Taller surge por la imperiosa necesidad de realizar un manejo adecuado de los RSU que se generan en el Instituto Tecnológico de Minatitlán, toda vez que se cuenta con una población significativa en la generación de RSU y que sin duda impactan a la comunidad Minatitleca cuyo destino es el tiradero a cielo abierto “Las matas” el cual es un espacio de contaminación que afecta a los alrededores.

Sin lugar a duda, es a través de la educación, que se puede generar un cambio en las actitudes de las personas, solo así, se podrá sensibilizarlos para que los patrones de conducta arraigados no adecuados se vayan reestructurando y den paso a un comportamiento ambiental responsable, así la manera de como las personas se relacionan con su medio ambiente dará pauta a generar una cultura ambiental.

1) Objetivo General: El participante identificará la correcta separación de los residuos sólidos urbanos, mediante la sensibilización y fomento de las actitudes ambientales.

2) Descripción del Servicio:

a. Especificar tipo de Curso: Curso-Taller.

b. Duración en horas del curso: 30 horas.

c. Contenido temático del curso: Integrado por cinco temas que conlleva actividades de aprendizaje (Tabla 6).

Tabla 6. Contenido temático.

Temas / Subtemas	Tiempo programado (hrs)	Actividades de aprendizaje
Sistema de Gestión Ambiental (SGA)	5 horas	Conoce el sistema de Gestión Ambiental.
Impacto de la contaminación por Residuos sólidos urbanos (RSU)	5 Horas	Identifica el impacto que tiene los RSU en el medio ambiente y la comunidad.
Diferencia entre residuo y basura.	5 horas	Identifica la diferencia entre un residuo y la basura
Separación de RSU en contenedores	5 horas	Conoce la separación adecuada de los RSU de acuerdo al color de los contenedores.
Buenas Prácticas: las 5 'R	5 horas	Conoce e Identifica las 5 R para la puesta en práctica de los RSU.

d. Elementos didácticos para el desarrollo del curso:

Para el presente Curso-Taller se requiere material de papelería tales como hojas blancas, lapiceros, engrapadora, cinta canela, periódico, tijeras, también un equipo multimedia, impresiones de residuos sólidos urbanos, pinzas para ropa, cuatro contenedores tipo muestra en físico, impresiones en calcomanías de ejemplos de residuo y basura, presentación del video “Diferencia entre basura y residuo” con dirección en <https://www.youtube.com/watch?v=gK6tEcMW7vc> Canal Aprende sustentabilidad.

e. Criterio de evaluación: Se evaluará con tres criterios que requieren la intervención activa del participante (Tabla 7).

Tabla 7. Criterios de evaluación.

No.	Criterio	Valor	Instrumento de evaluación
1	Asistencia y Participación	30%	Lista de asistencia y Bitácora de la sesión
2	Rally de Separación de Residuos	40%	Lista de cotejo
3	Propuesta plan-clase aplicando las 5 R en un RSU generado en el ITM.	30%	Reporte Fotográfico

f. Competencias a desarrollar:

- Capacidad de autorreflexión sobre su rol como persona amigable con el ambiente.
- Ser capaz de comunicarse de forma asertiva, mostrar empatía, negociar en grupo para la actividad de clasificación de RSU en sus respectivos contenedores.
- Ser capaz de identificar la clasificación de los RSU para su correcta separación.
- Conocer, diseñar y ejecutar buenas prácticas de las 5 'R.

En la imagen 9 se presenta la ficha de capacitación que deberán llenar las personas que reciban el curso, para hacer la retroalimentación de las cosas que aprendieron, así como apelar a las buenas prácticas en el manejo de los RSU.

Imagen 9. Ficha de capacitación

CURSO-TALLER "MOTIVACIÓN EN EL AULA. MODELO TARGETT"

BITÁCORA

Nombre de la Sesión:

Conceptos Claves:

Al relacionar el contenido de esta sesión me llevo a:

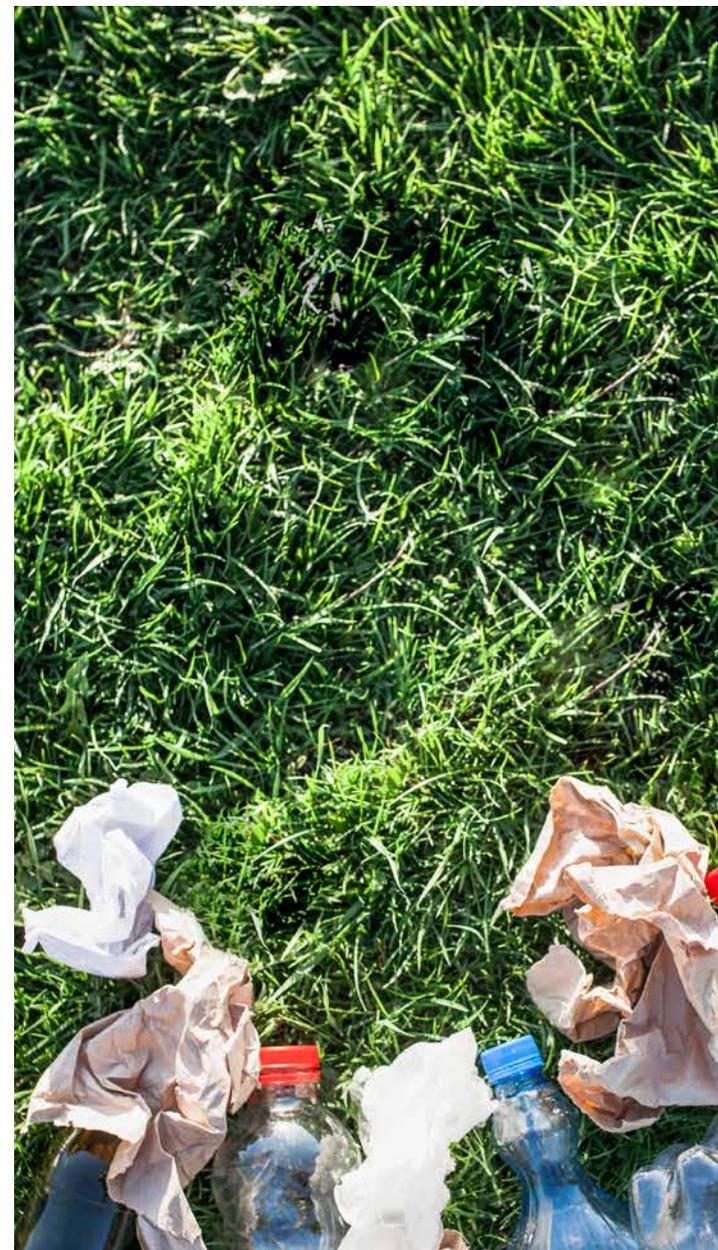
Descubrir:

Revalorar:

Integrar:

Mi compromiso con este nuevo conocimiento:

Dudas que surgieron en esta Sesión:



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Butrón, Jorge (28-04-2019). Plan basura cero deja en 1 año 119 mil toneladas recicladas: Slomianski. México. Diario La Razón on line. Recuperado en: <https://www.razon.com.mx/ciudad/plan-basura-cero-deja-en-1-ano-119-mil-toneladas-recicladas-slomianski/>

Flores, Carlos (28-08-2018). Basura en CDMX, un problema en crecimiento. Puebla, México. Tierra baldía. Comunicación y periodismo ambiental. Recuperado en: <http://tierrabaldia.com.mx/noticia/1176/basura-en-cdmx-un-problema-en-crecimiento/#sthash.gfDZs0M8.dpuf>.

Organización de Naciones Unidas (2019). Agenda 2030-Objetivos del Desarrollo Sostenible. Organización de Naciones Unidas. México. Recuperado en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-consumption-production/>

Norma Mexicana NMX-AA-15-1985. Protección al ambiente - contaminación del suelo - residuos sólidos municipales - muestreo - método de cuarteo. (18-03-1985). Diario Oficial de la Federación. Recuperado en: <http://legismex.mtyitesm.mx/normas/aa/aa015.pdf>

Norma Mexicana NMX-AA-022-1985. Protección al ambiente-contaminación del suelo-residuos sólidos municipales-selección y cuantificación de subproductos. (18-03-1985). Diario Oficial de la Federación. Recuperado en: <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsR/NMX-AA-022-1985.pdf>

Norma Mexicana NMX-AA-61-1985. Protección al ambiente-contaminación del suelo-residuos sólidos municipales-determinación de la generación. (1985). Diario Oficial de la Federación. Recuperado en: <http://legismex.mtyitesm.mx/normas/aa/aa061.pdf>

Veracruz, Gobierno del Estado (01-02-2019). El presidente visita Minatitlán, presenta el programa “Hacia basura cero” para Las Matas. Xalapa, Veracruz, México. Veracruz Gobierno del Estado. Recuperado en: <http://www.veracruz.gob.mx/2019/02/01/el-presidente-visita-minatitlan-presenta-el-programa-hacia-basura-cero-para-las-matas-2/>





CAPÍTULO 2

*CUIDANDO EL AMBIENTE Y
EDUCANDO AL SUJETO*

 **ÍNDICE**



**PROYECTOS EDUCATIVOS
INTEGRADORES: MODELO PARA LA
EDUCACIÓN AMBIENTAL**

PROYECTOS EDUCATIVOS INTEGRADORES: MODELO PARA LA EDUCACIÓN AMBIENTAL

*DINORA VÁZQUEZ LUNA, MARÍA GISELA VELÁZQUEZ SILVESTRE,
MARÍA DEL CARMEN CUEVAS DÍAZ, DANIEL ALEJANDRO LARA
RODRÍGUEZ*

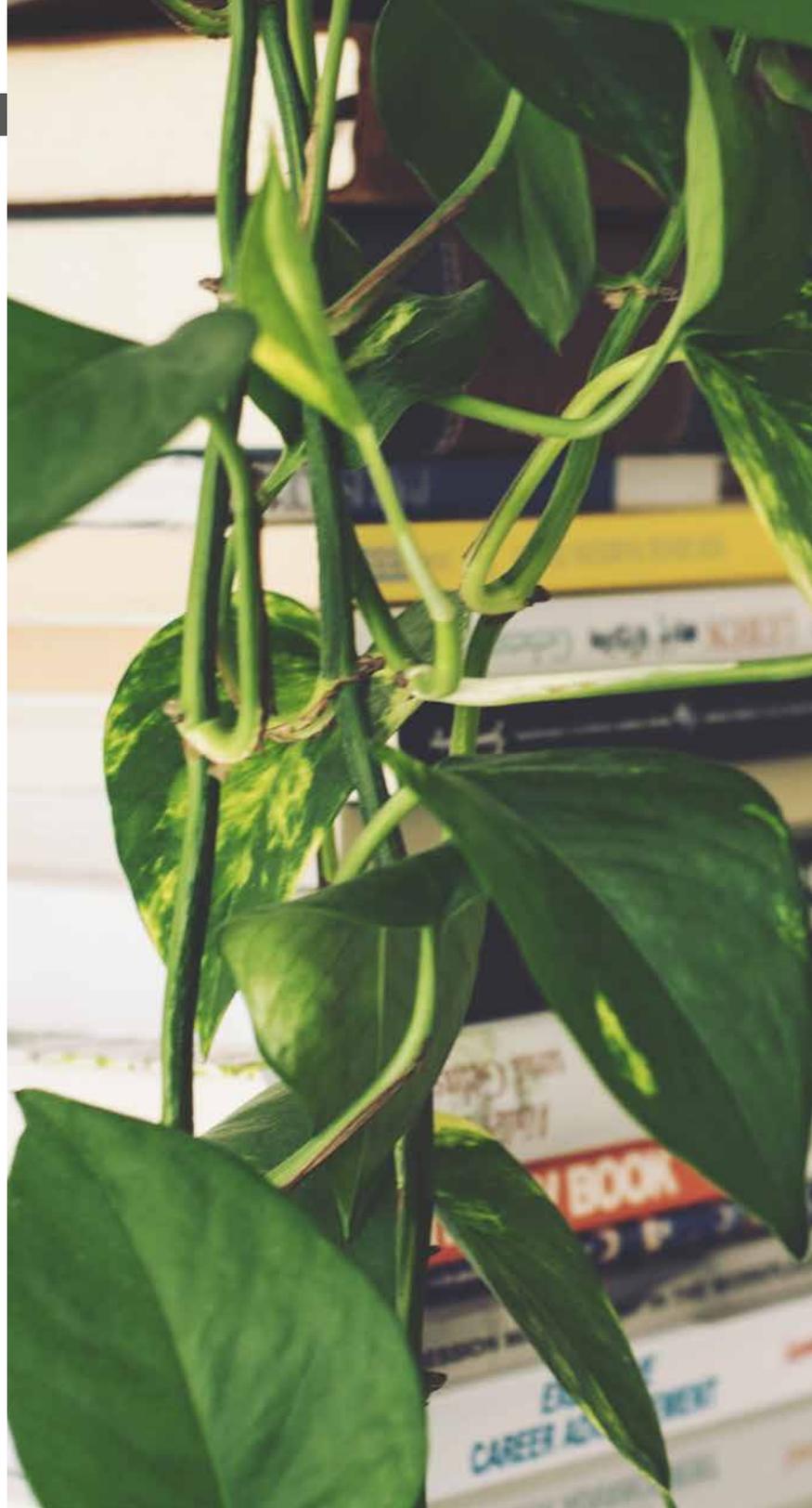
RESUMEN

El artículo tercero de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos señala que las universidades públicas de México incluyen como funciones sustantivas la docencia, la investigación y la extensión, acciones que la Universidad Veracruzana en su carácter de Institución Educativa ha venido desarrollando. El objetivo general de la Universidad Pública es la formación de recurso humano, mismo que debe de ser sensible ante las necesidades de la sociedad, con deber local y visión global, estos atributos hacen referencia al papel del investigador como protagonista social y precursor del avance de la comunidad. Por ello, en la Facultad de Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuaria, se han implementado Proyectos Educativos Integradores (PEI), que consisten fomentar el involucramiento de los estudiantes en el entorno científico y su vinculación con el entorno rural bajo el enfoque de sustentabilidad, que incluye visitas a campo, aplicación de instrumentos de investigación, análisis de la problemática rural con integración de otras experiencias educativas y vinculación con las comunidades. Con ello, se concluye que el proceso de enseñanza mediante los PEI pueden ser un modelo para la educación ambiental, debido a la sensibilización que provocan en los estudiantes sobre problemas reales y el desarrollo de soluciones sustentables.

INTRODUCCIÓN

El artículo tercero de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos señala que las universidades públicas de México incluyen como funciones sustantivas la docencia, la investigación y la extensión, mismas acciones que la Universidad Veracruzana (UV) en su carácter de Institución Educativa ha venido desarrollando. Así mismo, el objetivo general de la Universidad Pública es la formación de recurso humano, el cual debe ser sensible ante las necesidades de la sociedad, con deber local y visión global. Estos atributos hacen referencia al papel del investigador como protagonista social y precursor del avance de la comunidad (Naidorf, 2015).

El Artículo 6 de la Declaración Mundial sobre Educación Superior en el Siglo XXI señala que la orientación de largo plazo debe estar fundada en la pertinencia. De este modo las Instituciones de Educación Superior (IES) deben responder a las demandas y reclamos de la sociedad. Sin embargo, la responsabilidad social que esto implica nos lleva a entender que no basta con acercar el conocimiento de las sociedades más tecnificadas, ya que sólo nos convertiríamos en un intermediario, perdiendo así nuestro carácter institucional. Es necesario cultivar el conocimiento científico, en donde los problemas y conflictos del entorno que nos rodea no resulten distantes de las comunidades académicas (Jiménez y Jiménez, 2011).



En este sentido, el Dr. Pablo Latapí indica que la educación es el punto de encuentro de numerosas disciplinas, pero al mismo tiempo, en los últimos años algunas ciencias han venido presentando problemas para el desarrollo de sus investigaciones, pudiendo entender esta dinámica bajo el paradigma de la “Sociedad del Conocimiento”, en donde entre otras cosas el dominio de los mercados, que implica el conocimiento práctico y aplicado a la economía, cuestiona fuertemente la trascendencia de aquellas ciencias que distan de una relación directa con este modelo. No obstante, lejos de frenar el desarrollo en estos campos, debería de ser tiempo para innovar, dando aquel paso que nos permita potenciar nuestras capacidades (Bolívar, 2001).

De acuerdo con el Plan General de Desarrollo 2025 de la Universidad Veracruzana, “la vinculación constituye un eje para cumplir el compromiso de ampliar, multiplicar y reforzar la distribución social del conocimiento en todo tipo de sectores, y una gama diversa de poblaciones y comunidades” (PND, 2013).

La difusión no sólo está en las artes o en los deportes, no es suficiente con ser referentes en estos ámbitos, nuestra institución le debe a la sociedad ese conocimiento que celosamente guardamos, sintiendo que solo es válido el reconocimiento de nuestros pares. Por ello, es importante considerar que una institución se fortalece en la medida

del reconocimiento que le otorga la sociedad, y es esta la que castiga con su apatía al hablar de la misma. La matrícula y la eficiencia terminal de los alumnos no garantizan investigadores sociales, y llámese investigador social, a aquel que, con los conocimientos de su ciencia, estudia y resuelve la problemática de una sociedad cada vez más demandante de individuos que no solo dominen su materia, sino que también sean grandes divulgadores, capaces de desarrollarse dentro y fuera de su institución (Arbonés, 2006). Estamos en un punto de inflexión, en donde la sociedad demanda, el mercado rige, la política se reforma y la globalización influye; es ahora donde la universidad demuestra su valor y cambia para seguir guardando el prestigio de una gran institución de educación superior bajo el enfoque la sustentabilidad (Takayanaqui, 2000).

La integración de diversos elementos que resurten en el desarrollo y consolidación de los escenarios regionales coloca a la Universidad en un plano ventajoso para situarse como entidad generadora de conocimiento y atenta del tejido social. Esta integración de partes genera una inercia de cambio en la pertinencia social, en donde los Gobiernos, Empresas y Comunidad Científica atiendan las necesidades contemporáneas y permitan un acercamiento de la sociedad civil, haciendo que esta se apropie del conocimiento y mejore sustancialmente su calidad de vida (Figura 1).

Figura 1. Interacción de elementos que permiten la apropiación del conocimiento por parte de la sociedad.



Fuente: Elaboración propia.

LA CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO AMBIENTAL A TRAVÉS DE LA SUSTENTABILIDAD

Se entiende, que la construcción del conocimiento deviene de la interacción entre sujetos, del encuentro entre un sujeto cognoscente y un sujeto conocido en un contexto socio histórico particular. Por lo tanto, el conocimiento construido estará delineado por las características de esta interacción (Cruz-Garcette *et al.*, 2014).

Así mismo, nuestra habilidad de imaginar eventos posibles depende del aprendizaje y de la recordación y este es el fundamento del razonamiento, del proceso imaginativo de planificación para vivir el futuro y de la capacidad de resolver problemas y de tomar decisiones (Levy, 2011). Pero este mismo proceso genera que nuestra memoria está gobernada por nuestros conocimientos previos sobre experiencias del pasado, produciendo que nuestras memorias construyan prejuicios sobre nuestra historia y sobre nuestras creencias.

La base de la integración de saberes resulta de una visión, integral y compleja en donde los objetivos comunes y la clara visión del problema de estudio, permitirá generar conocimiento que no tienda a ser una torre de babel, dado que cada uno de los especialistas puede tener una visión particular de un problema dado, será la visión colectiva, generada a través del

consenso de saberes, la guía para abordar el problema complejo, el ecosistema (Jørgensen *et al.*, 1992).

El concepto de sustentabilidad es complejo en sí mismo porque implica cumplir, simultáneamente, con varios objetivos: productivos, ecológicos o ambientales, sociales, culturales, económicas y temporales (Sarandón y flores, 2009). La sustentabilidad es un concepto controversial, multidimensional y en evolución, a partir del cual se evidencia la necesidad imprescindible de un proceso de transformación estructural, que permita integrar medioambiente con desarrollo, y a la vez economía con ecología (Toro *et al.*, 2010).

Como se aprecia en el párrafo anterior, la sustentabilidad no puede ser vista de manera fraccionaria, debe de ser integrada en un análisis en donde los ejes de manera clásica se conciben como sociales, ambientales y económicos.

EXPERIENCIA DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN

La propuesta de los proyectos integradores inicia con reuniones entre docentes de un mismo periodo que analizan la afinidad de los contenidos temáticos de sus programas educativos y su posible integración en un problema a resolver. La identificación del problema da paso a la propuesta de una tarea que los estudiantes tratarán de resolver a través del logro de ciertos objetivos propuestos por cada uno de los docentes responsables de las Experiencias Educativas participantes (Materias). El nivel de complejidad de la tarea puede variar de acuerdo al grado que curse el estudiante o bien de acuerdo a las experiencias educativas cursadas.

Una vez que ha sido identificada la tarea compleja, se plantean e integran objetivos que los

estudiantes deberán alcanzar. En reuniones posteriores se plantea a los estudiantes la tarea compleja que deberán desarrollar, se les invita a que se organicen por equipos de personas afines para desarrollar el trabajo y se agendan posteriores reuniones en aula y en campo para dar seguimiento al desarrollo de actividades.

Por otra parte, se realizan reuniones entre docentes y alumnos participantes donde se nombra un docente responsable del proyecto, quien elabora la propuesta y la presenta en reunión de academia por área de conocimiento, en donde se revisa y analiza la pertinencia de su ejecución. La academia puede proponer o realizar ajustes en su ejecución, replantear objetivos e incluso puede realizar observaciones sobre la evaluación o los productos finales que se obtendrán del proyecto. Una vez que es avalada la propuesta, la academia solicita por oficio ante el Honorable Consejo Técnico de la Facultad el aval para aprobar la ejecución del proyecto, solicitando las áreas de trabajo, los materiales y recursos necesarios para llevar a cabo su cumplimiento. Si no hay ningún inconveniente, se inician los preparativos para su realización en campo.

Como resultado del trabajo multidisciplinario se han realizado de 2012 a 2019 siete proyectos integradores, en donde han participado más de 300 estudiantes y 17 académicos de la Facultad. Cabe mencionar que la evaluación de los estudiantes por otra parte, se realiza en reuniones pre-agendadas por el cuerpo colegiado participante a lo largo de todo el periodo, el cual comunica a los estudiantes y generalmente considera tres etapas:

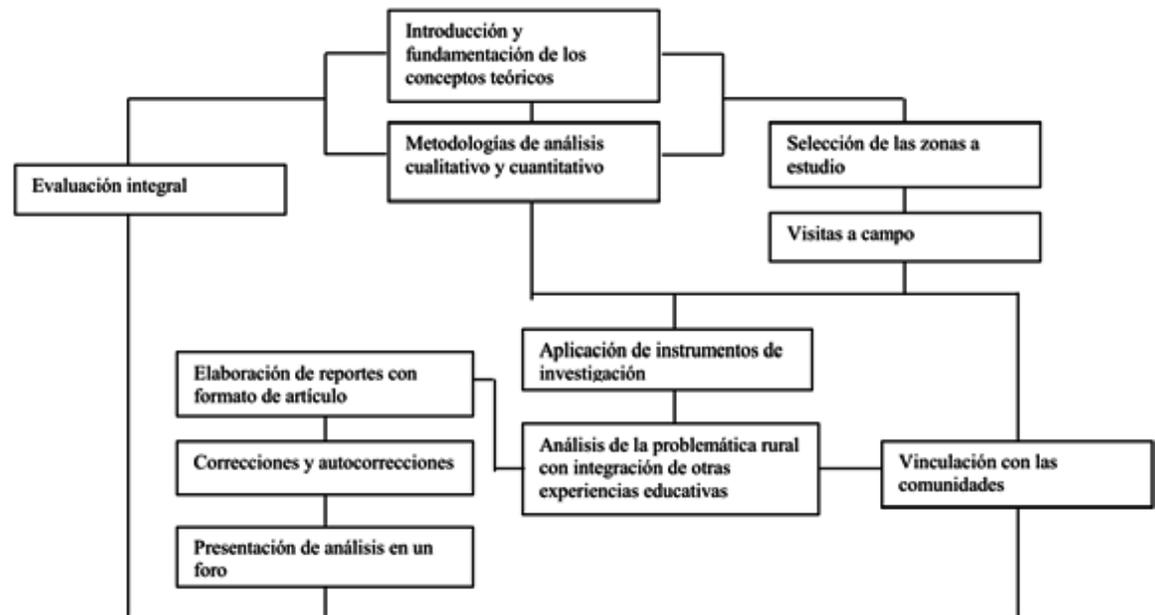
- 1) La primera fase implica la integración del grupo, el liderazgo o identificación de un líder y el trabajo en equipo para la búsqueda de la información adecuada sobre el paquete tecnológico a implementar, esta fase se evalúa en el aula mediante un foro de discusión donde los estudiantes presentan su propuesta en diapositivas y justifican el porqué del paquete tecnológico elegido.
- 2) La segunda evaluación puede ser en aula o en campo, en esta los estudiantes demuestran a manera de exposición, las actividades realizadas en campo, la implementación y pertinencia del paquete tecnológico, el diseño experimental elegido y el sistema de riego necesario.

- 3) La tercera y última evaluación implica una exposición en campo sobre los resultados obtenidos y la entrega de los productos finales para la evaluación de manera digital y por escrito, que son principalmente Reportes escritos, Manuales o Documentos en formato de artículos científicos.

EJEMPLIFICACIÓN DE UNA EXPERIENCIA DE ÉXITO UN PROYECTO INTEGRADOR: ANÁLISIS DEL DESARROLLO SUSTENTABLE EN COMUNIDADES DEL SUR DE VERACRUZ

Figura 2. Flujoograma de actividades

El proceso de involucramiento de los estudiantes en el entorno científico y su vinculación con el entorno rural bajo el enfoque de sustentabilidad consistió en nueve fases (Figura 2):



Fuente: Elaboración propia.

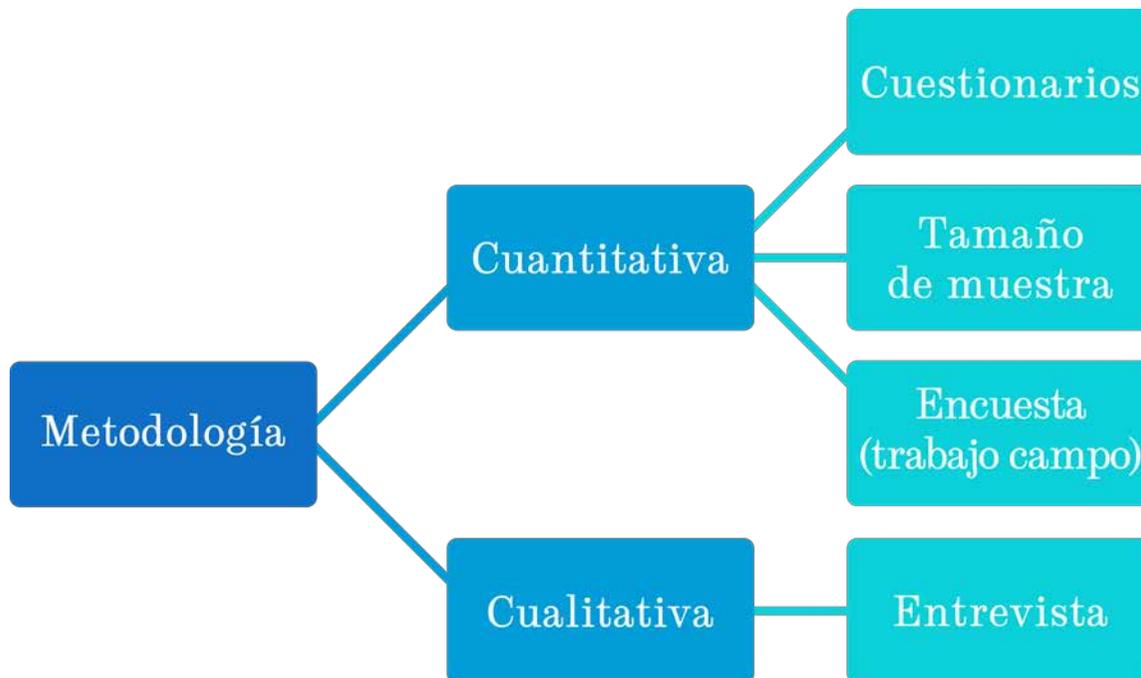
FASE 1. Introducción y fundamentación de los conceptos teóricos: se impartieron asesorías semanales con base a los siguientes temas: 1) Bases teóricas y fundamentos; 2) Desarrollo Rural y Desarrollo Rural Sustentable (Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 y Ley de Desarrollo Rural Sustentable); 3) Nueva Ruralidad: Manejo sustentable de los recursos (problemática social, productiva y ecológica); 4) Transferencia de tecnología y manejo de grupos (Ciencia y Medio Rural: Principales problemas técnicos y de transferencia de tecnología en México) y 5) Metodologías de análisis (enfoque cualitativo y cuantitativo, elaboración de encuestas, paquetes estadísticos y elaboración de informe).

FASE 2. Metodologías de análisis cualitativo y cuantitativo: se explicaron y detallaron los métodos de análisis cualitativo y cuantitativo utilizados en sociología rural (Figura 3). Al respecto, el análisis cualitativo utiliza la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación, su proceso brinda la oportunidad de profundidad en los datos (Sampieri, 2018).

Las técnicas cualitativas vistas fueron a) entrevistas a profundidad, b) historia de vida, debido a que las investigaciones (cualitativas) se interesan en la interpretación, comprensión y explicación de los fenómenos sociales estudiados (Olabuénaga, 2012). Por ello, es importante destacar que “observar, escuchar y comprender nos ofrece una sistematización rigurosa de las distintas técnicas e instrumentos que componen el acervo metodológico del enfoque cualitativo, que además logra penetrar en una reflexión crucial de las ciencias sociales, esto es el de las diversas formas de producción del conocimiento científico” p (7-8) (Tarrés *et al.*, 2014).

La técnica cuantitativa vista fue la encuesta, la cual es una técnica que consiste en recopilar información sobre una parte de la población dimensionada por la muestra; se trata por tanto de requerir información a un grupo socialmente significativo de personas acerca de los problemas en estudio para luego, mediante un análisis de tipo cuantitativo, sacar las conclusiones que correspondan con los datos recabados (De Gialdino, 2006).

Figura 3. Metodologías usadas

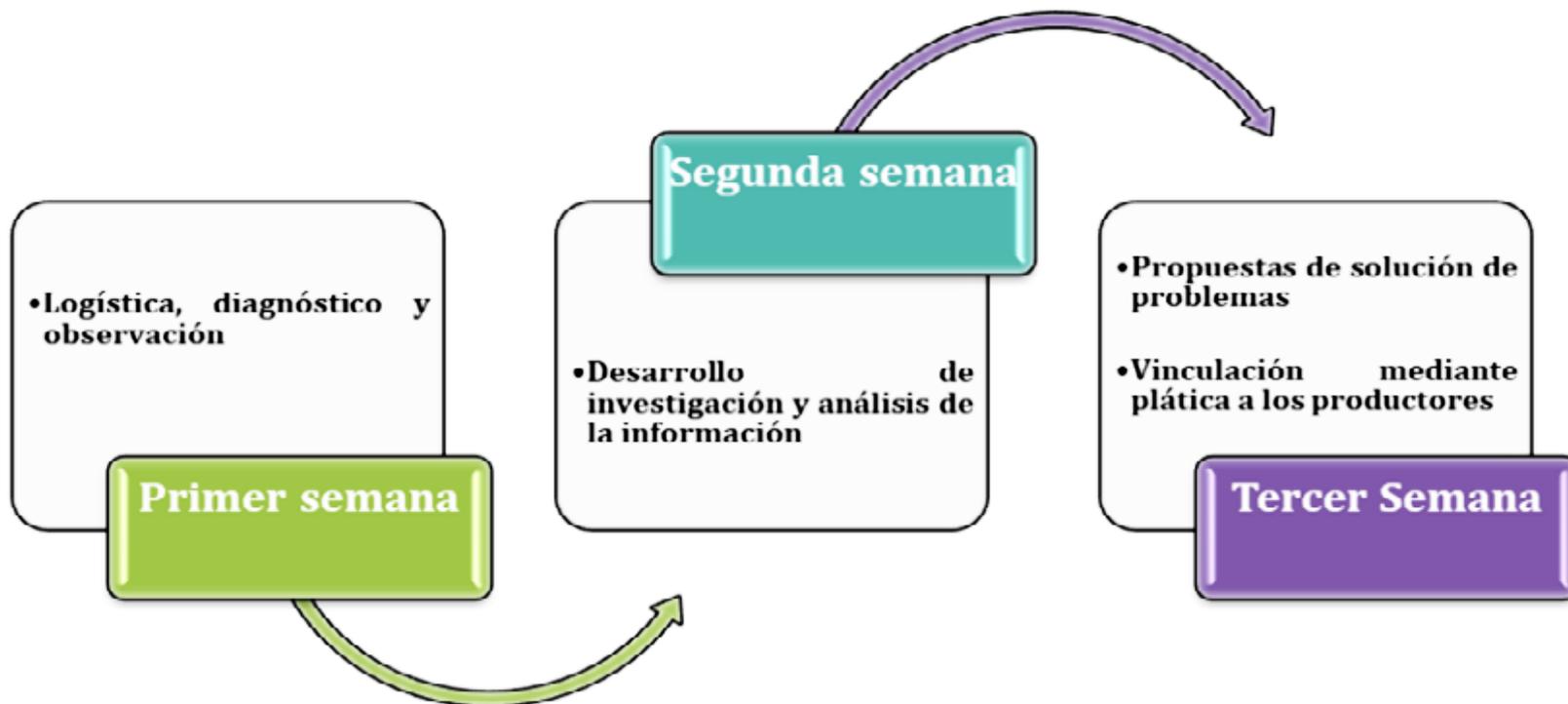


Fuente: Elaboración propia.

FASE 3. Selección de las zonas a estudio: se identificaron 12 poblaciones rurales para que pertenecían a los municipios de ACAYUCAN (Finca Xalapa, Aguapinole, Las Lagunas, Loma de vidrio, Tierra Colorada); SOCONUSCO (La Virgen, Chogota, Palmarillo, Benito Juárez, Tierra Colorada); TEXTISTEPEC (Francisco I Madero, Casa Viejas, Hipólito Landero o Zacatal, Loma Central); OLUTA (Correa, Encinal, Ojapa, Tenejapa).

FASE 4. Visitas a campo (guiadas y no guiadas): se realizó un cronograma de actividades detallado, donde se especificaron las actividades a realizar durante las tres semanas diferidas en todo el semestre (Figura 4).

Figura 4. Cronograma de actividades



Fuente: Elaboración propia.

FASE 5. Aplicación de instrumentos de investigación: una vez identificado el tamaño de muestra, los estudiantes desarrollaron actividades.

FASE 6. Análisis de la problemática rural bajo el enfoque de sustentabilidad con integración de otras experiencias educativas. Para ello, se reúnen los profesores de diversas Experiencias Educativas para organizar los conocimientos (Figura 5).

Figura 5. Análisis desde la diferentes Experiencias Educativas



Fuente: Elaboración propia.

FASE 7. Vinculación con las comunidades (asesoría de elaboración de compostas): se les pidió a los estudiantes, que impartieran una plática de un tema que dominaran (elaboración de compostas y su importancia en la calidad del suelo) y filmaran la experiencia. Estas pláticas también fueron supervisadas por los profesores del período.

FASE 8. Elaboración de reportes con formato de artículo: se les enseñó a los estudiantes a elaborar sus reportes con la estructura científica básica, sin abordar discusiones complejas.

FASE 9. Correcciones y autocorrecciones: para desarrollar el valor autocrítico y analítico de los estudiantes, se elaboraron foros de discusión donde ellos mismos identificaban errores ortográficos y de concordancia, lo que ayudó a reducir éstos en sus presentaciones.

1. Presentación de análisis en un foro: se les pidió que elaboraran una presentación basado en el documento de análisis de las problemáticas ambientales identificadas por cada uno de ellos.
2. Evaluación integral: se realizó una evaluación para evaluar que el estudiante comprenda los conceptos de Desarrollo Rural Sustentable, la normatividad en México con respecto al Plan Nacional de Desarrollo, la Ley General de Desarrollo Rural Sustentable, los indicadores de Desarrollo Humano y transferencia de tecnología, así como el papel de la ciencia y tecnología para el mejoramiento del sector rural, ayudados por las metodologías de análisis que ofrece la Sociología Rural. Así mismo, se utilizó una rúbrica de evaluación presente en la Figura 6.

Figura 6. Lista de cotejo para la Evaluación.

Equipo: _____ Comunidad: _____	Cumplimiento		Calificación
Integrantes: <hr/> <hr/> <hr/>	SI	NO	
FORMATO GENERAL DEL DOCUMENTO			
Letra Arial 12, interlineado 1.5 y márgenes: 2.5 cm. Títulos en negritas (mayúsculas). Subtítulos en mayúsculas y minúsculas (negritas). Máximo 12 cuartillas.			
Incluyó: Título/ Índice o contenido/ Introducción/ Objetivos/ Metodología/ Identificación de problemáticas/ Resultados/ Propuestas/ Conclusiones/ Bibliografía/ Anexos por EE			
Incluyó material fotográfico (evidencias)			

SECCIONES		
✓ Introducción Coherente con el tema y breve		
✓ Objetivos Claros y concretos		
✓ Metodología Incluyó: Ubicación del núcleo poblacional (croquis), descripción general de la comunidad, tamaño de muestra, formato de entrevistas o encuestas y software utilizado.		
✓ Identificación de problemáticas Incluyó cuadros de análisis		
✓ Resultados Se analizaron los resultados y sus posibles relaciones entre variables sociales y edáficas. Se debe incluir cuadros, gráficas, fotografías e ilustraciones citadas en el texto.		

<p>✓ Propuestas</p> <p>Las propuestas derivaron del análisis de los resultados y de las relaciones entre variables encontradas.</p>		
<p>✓ Conclusiones</p> <p>Coherencia con los objetivos (claras y breves).</p>		
PRESENTACIÓN		
<p>✓ Combinación de recursos:</p>		
<p>Incluyó estructura mínima clara y ordenada: Título/ Autores(as)/ Introducción/ Objetivos/ Metodología/ Identificación de problemáticas/ Resultados/ Propuestas/ Conclusiones.</p>		
<p>Texto, cuadros, gráficas, mapas, fotografías, ilustraciones y recursos multimedia (Video).</p>		
<p>Combinación adecuada de colores</p>		

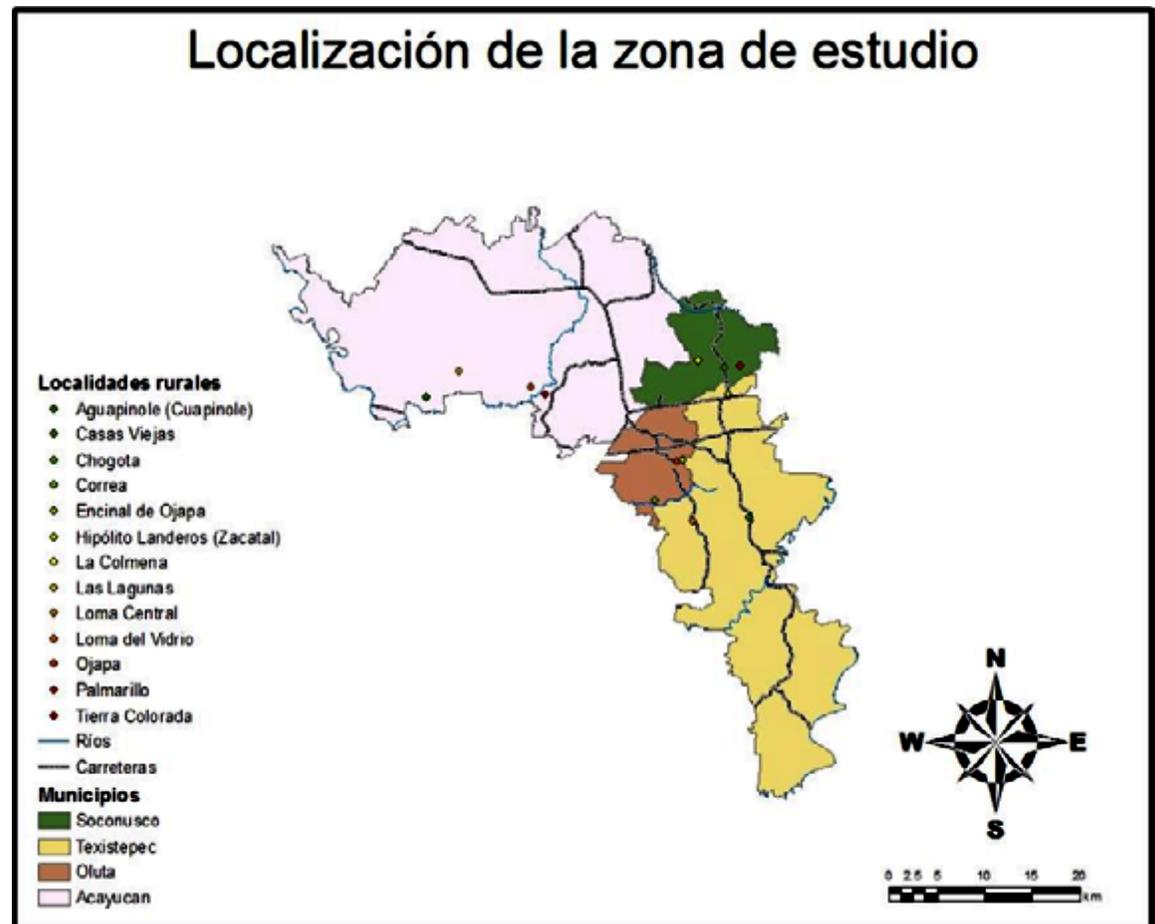
✓ Exposición		
Dominio del tema		
Exposición clara y en el tiempo establecido (15 min.)		
Evidencia del trabajo en equipo		
Puntualidad en la presentación		
Puntualidad en la entrega de la versión impresa (9 de noviembre y a más tardar 12 de noviembre a las 8:00 am).		
CALIFICACIÓN PARCIAL		

Fuente: Elaboración propia.

Para los académicos del ámbito agropecuario es pertinente que se construyan mecanismos adecuados para la implementación de investigación y vinculación con pertinencia social desde que los estudiantes están ingresando a las universidades. Una experiencia al respecto fue la desarrollada en estudiantes de primer semestre en modalidad escolarizado. El proceso de involucramiento de los estudiantes en el entorno científico y su vinculación con el entorno rural consistió en nueve fases (Figura 2). La unidad de competencia fue que estudiante comprendiera, analizara e interpretara los diferentes fenómenos sociales y productivos que se presentan en el entorno rural bajo el enfoque de sustentabilidad; mediante el manejo y aplicación de técnicas de investigación social y metodologías para la elaboración de diagnósticos sociales. De esta manera, lograr en el estudiante el reconocimiento de la problemática agropecuaria; en un ambiente de reflexión como sujeto analítico y crítico de su entorno.

Los resultados indicaron que el proceso continuo de aprendizaje por competencias y las visitas periódicas a las comunidades rurales, fortaleció el comportamiento analítico de los estudiantes, favoreciendo actitudes creativas, participativas, innovadoras y activas (Figura 7). Aunque, el punto más importante para lograr el éxito fue la planeación inicial del proceso y la elaboración de guías de análisis, de tal forma que los estudiantes tuvieron menos problemas en desarrollar las actividades (Figura 8). Sin embargo, el punto crucial es dar seguimiento a esta vinculación y formar redes de investigación con los productores, donde se puedan tener parcelas demostrativas, módulos de educación continua, modelos tecnológicos regionales o locales, transferencia de tecnología y finalmente presencia “real” en el entorno agropecuario.

Figura 7. Localización de las comunidades donde se realizó vinculación



Fuente: Elaboración propia.

Figura 8. Resultados de los estudiantes en el entorno rural bajo el enfoque de sustentabilidad.



Fuente: Elaborado por los estudiantes Amairani Mora Olivera, José Luis Lagunes y Jesús Alberto Parra Cinta

CONCLUSIONES

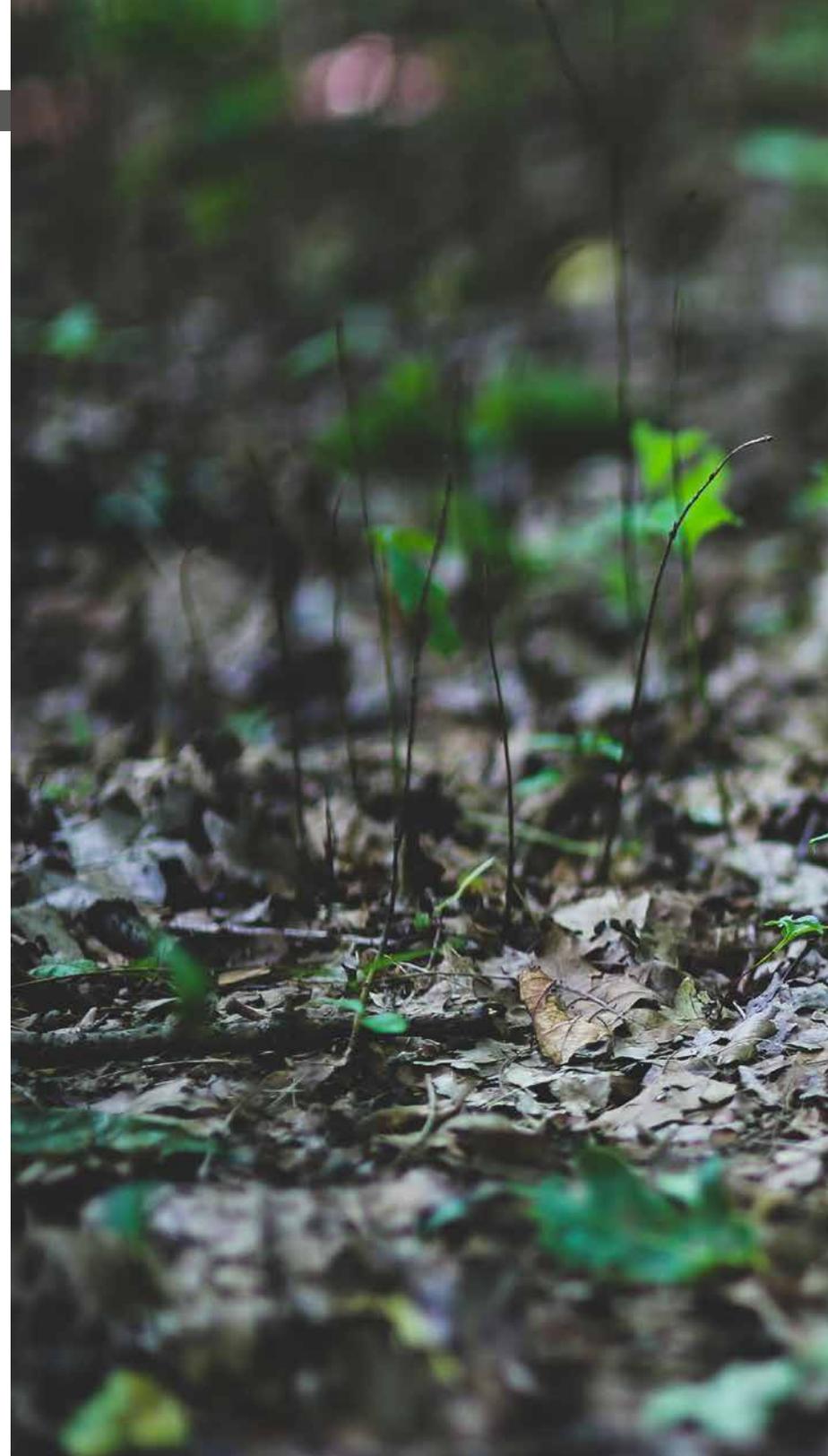
Los proyectos integradores de conocimientos permiten a los estudiantes estudiar y conocer problemáticas reales en las comunidades a las cuales asisten, para realizar sus actividades en torno al medio ambiente. Los proyectos integradores permiten a los académicos participantes encontrar áreas de oportunidad para la implementación de investigación y vinculación con pertinencia social.

La competencia de las experiencias educativas o materias fueron alcanzados por los estudiantes participantes, el entorno rural bajo el enfoque de sustentabilidad. El trabajo docente colaborativo permite que los estudiantes realicen tareas complejas, que les permiten identificar y analizar problemas reales de la comunidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arbonés, Á.L., 2006. Conocimiento para innovar. Cómo evitar la miopía en la gestión del conocimiento. Ediciones Díaz de Santos.
- Bolívar, A., 2001. Los centros educativos como organizaciones que aprenden: una mirada crítica. Contexto educativo 3, 18.
- Cruz-Garcette, L., G. M. de Abreu-Ballester y L. S. Brandi-Bruna. 2014. La relación intersubjetiva en la construcción del conocimiento. Magis. Revista Internacional de Investigación en Educación 7.
- De Gialdino, V., 2006. Estrategias de investigación cualitativa. Barcelona: Gedisa, 42-50.
- Jiménez, T.C.G., Jiménez, F.E.G., 2011. La generación de conocimiento científico en relación con sus efectos en la sociedad: análisis comparativo de la situación en España y México. Universidad Complutense de Madrid.
- Jørgensen, S. E., B. C. Patten y M. Straškraba. 1992. Ecosystems emerging: Toward an ecology of complex systems in a complex future. Ecological Modelling 62: 1-27.
- Levy, A. R. 2011. La estrategia y la construcción del conocimiento. Revista Ciencias Estratégicas 19.

- Naidorf, J., 2015. Los cambios en la cultura académica de la universidad pública. Eudeba.
- Olabuénaga, J.I.R., 2012. Metodología de la investigación cualitativa. Universidad de Deusto.
- PND, 2013. Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 Gobierno de la República Estados Unidos Mexicanos, México, D.F, p. 184.
- Sampieri, R.H., 2018. Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw Hill México.
- Sarandón, S. J., Flores, C. C. 2009. EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD EN AGROECOSISTEMAS: UNA PROPUESTA METODOLÓGICA. Agroecología 4: 19-28
- Takayanaqui, A.D., 2000. La universidad del futuro: relaciones entre la educación superior, la ciencia y la tecnología. Plaza y Valdés.
- Tarrés, M.L., Peón, F.V., Serrano, R.S., García, R.R.R., Wiesner, M.L.R., Margel, G., León, V.C.B., Kröll, H.G., Ortiz, M.L.V., Zepeda, J.P., 2014. Observar, escuchar y comprender sobre la tradición cualitativa en la investigación social. El Colegio de México/FLACSO México.
- Toro, P., García, A., Gómez-Castro, A.G., Perea, J., Acero, R. y Rodríguez-Estévez, V. 2010. EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD EN AGROECOSISTEMAS. Arch. Zootec. 59 (R): 71-94







**AVANCES Y RETOS
DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL
EN MUNICIPIOS DE VERACRUZ**

AVANCES Y RETOS DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL EN MUNICIPIOS DE VERACRUZ

*MARÍA DE LOS ÁNGELES CHAMORRO ZÁRATE,
HÉCTOR V. NARAVE FLORES*

RESUMEN

La Educación ambiental es fundamental para promover la participación de la sociedad en acciones orientadas hacia el manejo sustentable de los recursos naturales y para atender y prevenir la problemática ambiental, no obstante, poco se ha incorporado de manera efectiva en la política pública a nivel municipal, ya que en muchos casos solo se aborda de manera enunciativa y en la planeación municipal es un tema poco abordado.

En los últimos diez años, académicos del Cuerpo académico Investigación y Educación para el Desarrollo Sustentable de la Facultad de Biología de la Universidad Veracruzana han colaborado con dependencias de la administración pública federales, estatales y con autoridades locales para integrar Programas Municipales de Educación ambiental como parte de su política ambiental y con ello impulsar acciones de formación, comunicación, capacitación ambiental.

Asimismo, se han generado Trabajos recepcionales de la Licenciatura en Biología y de la Maestría en Gestión Ambiental para la Sustentabilidad con proyectos de Educación ambiental implementados con diversos sectores de la población y en instituciones educativas de nivel básico y medio superior, en municipios de la zona centro del estado de Veracruz.

A partir de las experiencias generadas a través de la implementación de Programas Municipales de Educación Ambiental y de Trabajos recepcionales aplicados en escuelas y con la población en municipios de la zona centro del estado de Veracruz, se han identificado avances y retos de la Educación Ambiental en municipios. En este capítulo se analizan los avances, destacando los resultados generados, así como los factores que han contribuido para alcanzarlos, así como los retos por atender.

INTRODUCCIÓN

El estado de Veracruz posee una gran diversidad biológica y cultural, sin embargo, en los últimos años, el incremento en los niveles de contaminación del aire, suelo y agua; el aumento en la generación de basura y en los tiraderos a cielo abierto; la pérdida de especies, y los cambios de uso del suelo, han afectado seriamente la riqueza biológica del territorio veracruzano. Desafortunadamente esta problemática no es exclusiva de nuestra entidad, pues las graves alteraciones que están afectando al medio ambiente se han convertido en situaciones cotidianas que diariamente se perciben en muchos países.

El municipio constituye la base de la organización política, por ello, la legislación ambiental le ha conferido atribuciones para formular la política ambiental a nivel municipal, desarrollar programas orientados a prevenir y combatir la contaminación, aprovechar racionalmente los recursos naturales, proteger los ecosistemas; informar a la población en materia ambiental, coordinar las acciones de Educación ambiental en el ámbito local (Ley Estatal de Protección Ambiental, 2000).

En 1992 tuvo lugar la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro, Brasil, en donde se reconoció a la Educación Ambiental como un proceso de aprendizaje, basado en el respeto a todas las formas de vida; para afirmar valores y acciones para contribuir en la transformación humana y social para la preservación de los recursos naturales, estimulando la formación de sociedades socialmente justas y ecológicamente equilibradas.

Uno de los documentos generados en la Cumbre de Río fue la Agenda XXI, la cual ha constituido un instrumento para apoyar la gestión ambiental y la educación hacia el desarrollo sustentable, pues este documento se recomendaba incorporar y jerarquizar el medio ambiente en la política pública local para que cada municipio transitara hacia la sustentabilidad, al identificar los principales problemas ambientales y establecer estrategias para atenderlos, impulsando la participación de todos los sectores de la sociedad, integrando una Agenda local.

Respecto a la Educación, el capítulo 36 de la Agenda XXI recomienda reorientarla hacia el desarrollo sustentable, incorporando aspectos sociales, culturales, de desarrollo humano además de informar a la población sobre las características

del medio ambiente, de la biodiversidad para sensibilizarlos, pues es ampliamente reconocido que la población participa en acciones y en la toma de decisiones cuando se encuentra informada.

La Agenda XXI incidió en la política ambiental en nuestro país, pues en 1994 se conformó la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), y de allí se generó el primer Programa Sectorial de Medio Ambiente como parte de un Plan Nacional de Desarrollo. En el año 2000 la SEMARNAP se transformó en Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y se conforma el Centro de Capacitación y Educación para el Desarrollo Sustentable (CECADESU), con el objetivo de impulsar la participación social. Además, desde el CECADESU se aplicó el Subprograma de Educación Ambiental a través del cual se integraron los Planes Estatales de Educación Ambiental, Capacitación y Comunicación educativa para el desarrollo sustentable.

Considerando la importancia de incorporar el medio ambiente en la política pública y con la finalidad de impulsar la participación social para atender los problemas ambientales en el ámbito local a través de actividades de Educación ambiental en los municipios, académicos del Cuerpo

académico Investigación y Educación para el Desarrollo Sustentable de la Facultad de Biología de la Universidad Veracruzana, hemos colaborado desde hace más de una década con representantes de las administraciones municipales, dependencias federales y estatales de la administración pública e instituciones educativas para integrar Programas Municipales de Educación Ambiental en las administraciones 2011-2013 y 2014-2017.

También se han integrado Trabajos recepcionales abordando la Educación Ambiental por alumnos de los Programas educativos de Licenciatura en Biología y Maestría en Gestión Ambiental para la Sustentabilidad, incidiendo en localidades rurales y urbanas de diversos municipios de la entidad veracruzana.

A partir de las experiencias e información derivadas de la integración de los Programas Municipales de Educación Ambiental, así como de los aportes de los Trabajos recepcionales de Educación Ambiental que han sido aplicados en escuelas de educación básica, media superior y con el público en general por estudiantes de la Licenciatura en Biología y de la Maestría en Gestión Ambiental para la Sustentabilidad, en este capítulo se presenta un breve análisis sobre los avances y retos que enfrenta la Educación ambiental en el estado de Veracruz.

LA EDUCACIÓN AMBIENTAL MUNICIPAL EN LOS ÚLTIMOS 20 AÑOS

A partir de la integración de los Planes Estatales de Educación Ambiental, la SEMARNAT a través del CECAEDESU, inició un proceso participativo a nivel nacional para integrar la Estrategia de Educación Ambiental para la Sustentabilidad en México, la cual se publicó en 2006 e incluye recomendación para impulsar la incorporación de la Educación ambiental en diversos sectores incluyendo los municipios. Precisamente, para fortalecer la Educación Ambiental en los municipios se considera abordar temas estratégicos como: legislación, financiamiento, formación, capacitación, coordinación intersectorial e interinstitucional, entre otros.

En este contexto, en los últimos años hemos colaborado para integrar Programas Municipales de Educación Ambiental, el proceso para integrarlos inició con la aplicación de talleres, para realizar diagnósticos participativos en diferentes municipios de la entidad veracruzana, en estos han participado representantes de diversos sectores de la población quienes externaron sus opiniones en relación a los principales problemas ambientales que afectaban sus localidades rurales y urbanas y que requerían atención conjunta, ver tabla 1. A partir de esta información se priorizaron las acciones a realizar desde el ámbito local, y con esta información se propusieron proyectos de Educación Ambiental.

Tabla 1. Principales problemas ambientales identificados en municipios de la zona centro de Veracruz.

Problema ambiental	Causas
Aumento en la generación de basura y manejo inadecuado.	<ol style="list-style-type: none">1. La población carece de una cultura de separación de residuos sólidos urbanos.2. Falta de rellenos sanitarios, por lo cual hay tiraderos a cielo abierto.
Contaminación y disminución de cuerpos de agua.	<ol style="list-style-type: none">1. Parte de la población no cuenta con drenaje; otros drenajes descargan directamente a ríos y arroyos sin previo tratamiento .2. Faltan plantas de tratamiento de aguas residuales.3. Pérdida de manantiales por obras carreteras.
Deforestación y pérdida de biodiversidad	<ol style="list-style-type: none">1. Por cambio en el uso del suelo2. Por tala clandestina

Problema ambiental	Causas
Contaminación de suelos	<ol style="list-style-type: none">1. Por aplicación de agroquímicos2. Por disposición inadecuada de basura
Contaminación del aire	<ol style="list-style-type: none">1. Por emisión de contaminantes de autos.2. Por ingenios.3. Por ladrilleras,...

La integración de Programas Municipales de Educación Ambiental ha sido una labor conjunta en la cual han participado representantes de las administraciones municipales, dependencias de la administración pública tanto estatal como federal, e integrantes de la sociedad civil. Por ejemplo, durante la administración 2011-2013, en colaboración con la Secretaría de Medio Ambiente (SEDEMA), el Distrito Veracruz de la entonces Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGARPA), y gobiernos municipales se integraron 17 Programas Municipales de Educación Ambiental, que incluían acciones y proyectos de política, legislación formación, capacitación y comunicación ambiental, para aplicarse en el corto, mediano y largo plazo.

Para dar seguimiento a los Programas Municipales de Educación Ambiental, al inicio de las administraciones municipales 2014-2017 se impartió el taller para integrar el Programa Municipal de Educación Ambiental en colaboración con el Distrito Veracruz de SAGARPA.

En 2015 en el marco de los Lineamientos para el Otorgamiento de Subsidios para Proyectos de Educación Ambiental y Capacitación para el Desarrollo Sustentable, implementado por el CECADESU, se aplicó un proyecto sobre Programas Municipales de Educación Ambiental en el estado de Veracruz. Como parte de este proyecto se desarrollaron tres Foros regionales en Boca del Río, Córdoba y Xalapa, ver figura 1, en los cuales se presentaron experiencias de proyectos y actividades de Educación ambiental aplicadas en 24 municipios de la entidad veracruzana (Acayucan, Atoyac, Banderilla, Boca del Río, Calchahuaco, Coatepec, Córdoba, Coscomatepec, Jilotepec, Emiliano Zapata, Fortín de las Flores, Huatusco, Las Vigas de Ramírez, Medellín de Bravo, Misantla, Omealca, Orizaba, Río Blanco, Xico, Teocelo, Tlalnehuayocan, Perote, Xalapa, Veracruz), también se contó con la participación de representantes de SEDEMA, Procuraduría Estatal de Medio Ambiente, SAGARPA, SEMARNAT, así como académicos de la Universidad Veracruzana.



Figura 1. Foro regional Programas Municipales de Educación Ambiental

EL CONTEXTO

Los Programas Municipales de Educación Ambiental se han integrado respondiendo a las características de cada municipio. El estado de Veracruz está conformado por 212 municipios, ubicados desde la montaña hasta la costa, del 39% de la población se encuentra habitando pequeñas localidades rurales y el 61% está distribuida en localidades urbanas. En ambos casos, se presentan necesidades sociales (alimentación, educación, servicios de salud, servicios de drenaje, alcantarillado...), ambientales (espacios naturales protegidos, uso del suelo, agua, aire,...), económicas (fuentes de empleo, precio de productos agrícolas,...), que requieren atenderse mediante la aplicación de políticas públicas eficientes que respondan a las demandas de la población de los municipios de la entidad veracruzana (INEGI, 2010).

En diversos municipios veracruzanos se ubican localidades con rezago social, el cual de acuerdo al Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) es el resultado de la integración de cuatro indicadores: educación, acceso a servicios de salud, servicios básicos, de calidad y espacios en la vivienda, y activos en el hogar. En 2015, Veracruz se ubicaba como una de las cuatro entidades

con muy alto rezago social.

De acuerdo al Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, en el estado de Veracruz se ubican 22 municipios en categoría más vulnerables. En este contexto se requieren estrategias para disminuir esta vulnerabilidad representada por falta de agua, carencia de servicios básicos, exposición al riesgo, situación de pobreza, entre otras; algunas de estas necesidades pueden atenderse aplicando proyectos de Educación Ambiental.

PROGRAMAS MUNICIPALES DE EDUCACIÓN AMBIENTAL EN EL ESTADO DE VERACRUZ

En el marco de los Programas Municipales de Educación Ambiental se realizaron actividades y proyectos de Educación Ambiental en los municipios, las cuales fueron organizadas por los responsables de las Direcciones Municipales de Ecología, de Medio Ambiente o de Fomento agropecuario, quienes destacaron la colaboración establecida entre los municipios y

dependencias de la administración pública como: SEMARNAT, Secretaría de Marina (SEMAR), SAGARPA, Secretaría de Educación Pública (SEP), Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Veracruz, así como con Instituciones educativas y de Investigación como la Universidad Veracruzana, el Instituto de Ecología, Colegio de Veracruz, Universidad Popular Autónoma de Veracruz, Institutos Tecnológicos, Telebachilleratos, Colegios de Bachilleres, Escuelas de Educación básica. Algunas de las actividades de Educación Ambiental derivadas de los Programas Municipales de Educación Ambiental aplicadas en municipios se mencionan en la tabla 2.

Tabla 2. Educación Ambiental en municipios de la zona centro de Veracruz.

Municipio	Principales problemas	Actividades de Educación Ambiental realizadas en municipios
<ul style="list-style-type: none"> • Acatlán • Banderilla • Coatepec • Córdoba • Jilotepec • Medellín • Misantla • Veracruz • Xalapa 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiraderos de basura a cielo abierto • Aumento en la generación de basura y manejo inadecuado • Contaminación de ríos y arroyos • Disminución de cuerpos de agua • Cambio de uso del suelo • Deforestación • Contaminación del suelo • Pérdida de especies • Falta de cultura ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> • Talleres en escuelas • Semana del Medio ambiente • Pláticas sobre cuidado de los recursos naturales • Cursos de capacitación para promotores ambientales, proyectos productivos, ecoturismo, ecotecnias, lombricomposta • Cine ambiental • Campañas de acopio de residuos sólidos • Campañas de Reforestación • Feria del agua • Exposiciones • Instalación de viveros



Figura 2. Participación de representantes de ayuntamientos

Es importante destacar que para la integración de los Programas Municipales de Educación Ambiental se organizaron talleres con la participación de representantes de todos los sectores de la población, quienes expresaron sus opiniones sobre percepción acerca de recursos naturales y problemas ambientales en sus localidades y municipios; a partir de esta información se propusieron actividades y proyectos de Educación Ambiental para aplicarse en el corto, mediano y largo plazo, en colaboración con Dependencias de la administración pública federal como la SEMARNAT, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA); estatal Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del estado de Veracruz, Procuraduría de Protección al Medio Ambiente del estado de Veracruz y autoridades municipales de la zona centro del estado de Veracruz, ver figura 2.

A través de los Programas Municipales de Educación Ambiental se han establecido actividades en cinco ejes estratégicos: Formación ambiental, Capacitación ambiental, Comunicación ambiental, Política ambiental y Legislación ambiental, para atender temas relacionados con Residuos sólidos, Agua, Biodiversidad, Suelo, Aire, para atender los principales problemas ambientales del municipio, que coordinadamente y en colaboración contribuirán a atender los problemas ambientales en cada localidad y en el municipio, ver tabla 3.

Tabla 3. Algunas actividades de formación y capacitación contenidas en los Programas Municipales de Educación Ambiental.

Tema abordado	Formación	Capacitación	Colaboración
Residuos sólidos	<ul style="list-style-type: none"> • Separación de residuos sólidos • Campañas de acopio de residuos sólidos 	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de composta 	<ul style="list-style-type: none"> • Institutos Tecnológicos • Escuelas de educación básica y media superior • Centros de bachillerato tecnológico
Agua	<ul style="list-style-type: none"> • Campañas de cultura del agua • Limpieza de cuerpos de agua 	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación de ecotecnias 	<ul style="list-style-type: none"> • CONAFOR • SEDEMA • Instituto de Ecología • SEMARNAT • Universidad Veracruzana • Colegio de Veracruz
Biodiversidad	<ul style="list-style-type: none"> • Campañas de reforestación • Cultura forestal 	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación de viveros • Instalación de unidades de manejo ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> • Universidad Popular Autónoma de Veracruz • Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

Tema abordado	Formación	Capacitación	Colaboración
<p>Suelo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza de terrenos, márgenes de cuerpos de agua, acopio envases agroquímicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de bioinsecticidas • Instalación de huertos de traspatio • Agricultura orgánica 	<ul style="list-style-type: none"> • Centros de Salud • Organizaciones de la sociedad civil • DIF • Secretaría de Educación de Veracruz • Instituto de la Mujer • SAGARPA • SEDESOL • SEMAR
<p>Energía</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Campañas de ahorro de energía 	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación de ecotecnias 	

EDUCACIÓN AMBIENTAL EN TRABAJOS RECEPCIONALES

La Educación Ambiental se ha abordado en Trabajos recepcionales de licenciatura y posgrado, los cuales se han aplicado en localidades rurales, urbanas, e instituciones educativas, a continuación, se muestran algunos ejemplos realizados por egresados de la Licenciatura en Biología y de la Maestría en Gestión Ambiental para la Sustentabilidad de la Facultad de Biología de la Universidad Veracruzana.

Tesis	Autor	Año	Programa educativo
Educación ambiental para la conservación de <i>Abronia gramínea</i> en puerto del Aire, municipio de Aculzingo, Veracruz.	Jesús Pacheco Muñoz	2014	Licenciatura en Biología
Educación ambiental no formal en humedales con algún tipo de impacto antropogénico en Veracruz: Una propuesta de diseño	Alejandra López Vidal	2014	Maestría en Gestión Ambiental para la Sustentabilidad
Educación ambiental para conservación de reptiles en primarias de El Llanillo Redondo y El Psisano, Las Vigas de Ramírez, Veracruz.	Karem Margarita Ramírez Solano	2018	Licenciatura en Biología
Educación ambiental para la conservación de recursos naturales: Una experiencia en dos escuelas primarias del municipio de Misantla, Ver.	Néstor Oliver González Nava	2010	Licenciatura en Biología

Tesis	Autor	Año	Programa educativo
Educación ambiental para la separación de basura en comunidades católicas. El Caso de las parroquias del municipio de Tlalnelhuayocan, Ver.	Erika Yaquelin Cruz Aburto	2016	Maestría en Gestión Ambiental para la Sustentabilidad
Gestión para la integración del Programa de Educación ambiental del municipio de Jilotepec, Ver.	Dulce María Morales Guevara	2012	Licenciatura en Biología
Educación ambiental en las Escuelas de nivel básico de las Localidades de Agua de los Pescados y El Conejo, municipio de Perote, Veracruz.	Karla María Hernández González	2014	Licenciatura en Biología
Educación ambiental para la conservación de la Reserva Río Pancho Poza. Caso Zoat-zingo, Ver.	Kevin Omar Callejas Báez	2017	Licenciatura en Biología

AVANCE DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL MUNICIPAL

A través de los Programas Municipales de Educación Ambiental 2011-2013 y 2014-2017, se diseñaron actividades y proyectos en el marco de la política, legislación, formación, capacitación y comunicación ambiental, que promovieron la participación de la sociedad y la colaboración con dependencias de gobierno para atender las necesidades ambientales.

El Programa Municipal de Educación Ambiental es un instrumento de planeación generado desde la administración municipal para impulsar la transición hacia un desarrollo sustentable, promoviendo la participación de todos los sectores de la población. El seguimiento y evaluación de las actividades realizadas permite generar información para incidir en las políticas públicas. Asimismo, la sistematización de las experiencias generadas ha permitido identificar los aportes de estas actividades y contar con material de consulta.

Al analizar algunos resultados derivados de la aplicación de actividades y proyectos de los Programas Municipales de Educación Ambiental 2011-2013 y 2014-2017, así como de las opiniones de los representantes de las administraciones municipales, se han identificado las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas de facilitar el seguimiento de las actividades realizadas en los municipios y contribuir en la organización de la población para promover su participación, a continuación se presentan algunas experiencias aplicadas en municipios durante las administraciones 2014-2017.

En el municipio de Jilotepec en el marco del Programa Municipal de Educación Ambiental, la Dirección de Ecología coordinó impartir pláticas para formar una Cultura sobre cuidado del agua; se organizaron campañas de reforestación en zonas vulnerables del municipio, y de acopio de pilas y baterías de automotores; se impartieron talleres sobre Farmacias vivas y elaboración de composta, entre otros. La población atendida con estas actividades fue de 1,180 (Barrera, 2015).

En el municipio de Medellín de Bravo se implementaron actividades de Educación Ambiental para contribuir en la formación de una Cultura ambiental en la población infantil, grupos sociales y sector empresarial, en colaboración con la Facultad de Biología de la Universidad Veracruzana y SEDEMA (Aguilera, 2015).

En el municipio de Acatlán la Dirección de Fomento Agropecuario aplicó talleres de capacitación para separar residuos sólidos urbanos a estudiantes de nivel medio superior y a amas de casa para llevar a cabo acopio de residuos sólidos en la cabecera municipal (Utrera, 2015).

RETOS DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL MUNICIPAL

En el municipio de Medellín de Bravo se implementaron actividades de Educación Ambiental para contribuir en la formación de una Cultura ambiental en la población infantil, grupos sociales y sector empresarial, en colaboración con la Facultad de Biología de la Universidad Veracruzana y SEDEMA (Aguilera, 2015).

En el municipio de Acatlán la Dirección de Fomento Agropecuario aplicó talleres de capacitación para separar residuos sólidos urbanos a estudiantes de nivel medio superior y a amas de casa para llevar a cabo acopio de residuos sólidos en la cabecera municipal (Utrera, 2015).

- Integrar una red para promover la comunicación entre los representantes de los municipios para dar a conocer los eventos que realizan, experiencias, materiales generados.
- Instalar una Dirección de Ecología o Medio ambiente en cada uno de los 212 municipios de la entidad veracruzana, que cuente con personal suficiente para organizar actividades y proyectos de Educación Ambiental.

- Sistematizar la información generada de los proyectos y actividades de Educación Ambiental que se realizan en los municipios a través de Indicadores de Educación Ambiental municipal.
- Aplicar políticas públicas que respondan a las necesidades en materia ambiental en el ámbito local.
- Trabajar las actividades y proyectos de Educación Ambiental en coordinación con todas las áreas de la administración municipal.
- Integrar Reglamentos de Medio ambiente que respondan a las necesidades del municipio.
- Generar materiales de difusión de temas ambientales para apoyar la comunicación ambiental.
- Impartir cursos, talleres de capacitación ambiental a personal de las administraciones municipales.
- Asegurar el financiamiento para realizar actividades y proyectos de Educación Ambiental en los municipios
- Coordinar el seguimiento y evaluación de las actividades y proyectos de Educación Ambiental

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILERA, V. (2015). Educación ambiental en el municipio de Medellín de Bravo, Ver. Memorias Programas Municipales de Educación Ambiental en el estado de Veracruz. SEMARNAT. SEDEMA. UV. Xalapa, Ver. Pág. 58-66.

BARRERA, M. (2015). Programa de Educación Ambiental Municipio de Jilotepec. Memorias Programas Municipales de Educación Ambiental en el estado de Veracruz. SEMARNAT. SEDEMA. UV. Xalapa, Ver. Pág. 32-38.

CHAMORRO, M., H. NARAVE / (2018). Educación Ambiental en Municipios de Veracruz, en: Contribución de las Universidades a la Educación Ambiental en municipios. Pág. 39-48

LEY ESTATAL DE PROTECCIÓN AMBIENTAL, 2000

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES. (2006). Estrategia Nacional de Educación Ambiental para la Sustentabilidad en México. Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable. México

UTRERA, A. (2015). Educación Ambiental en el municipio de Acatlán. Memorias Programas Municipales de Educación Ambiental en el estado de Veracruz. SEMARNAT. SEDEMA. UV. Xalapa, Ver. Pág. 23-31.

Páginas electrónicas

Cuéntame. INEGI. Información por entidad en: <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/ver/poblacion/distribucion.aspx?tema=me&e=30>

Medición de la pobreza. Qué es el índice de rezago social en: <http://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Que-es-el-indice-de-rezago-social.aspx>

Vulnerabilidad al cambio climático en los municipios de Veracruz en: <http://www.sicc.amarellodev.com/municipios-vulnerables.php>



***LA IMPORTANCIA DE LA PARTICIPACIÓN CIUDADANA
EN LA EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA LOGRAR
INCIDENCIA EN LAS POLÍTICAS PÚBLICAS***

LA IMPORTANCIA DE LA PARTICIPACIÓN CIUDADANA EN LA EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA LOGRAR INCIDENCIA EN LAS POLÍTICAS PÚBLICAS

*TEODORO BRAVO GABRIEL,
ADA JACQUELINE RIVERA VILLAMARÍN*

RESUMEN

Propuesta de acción ciudadana para salir de ese letargo en el que hemos permaneció los ciudadanos en materia medio ambiental, tomamos como base, la educación ambiental, acción transversal de formación social permanente, adquirir conocimientos mínimos necesarios para que los habitantes de determinada zona o región se ocupen de cuidar, restaurar y preservar los ecosistemas; Organización a nivel ciudadano que actúa en consecuencia ante el desinterés de las autoridades responsables, pero más por la urgencia de incidir con propuestas y acciones para mitigar los efectos nocivos en materia ambiental.

Medio Ambiente, Participación ciudadana e Incidencia en Políticas públicas; Sociedad en coordinación con autoridades e Iniciativa privada, deben crear vinculo para trabajar de la mano. Crear confianza entre estado y ciudadanía para regenerar el tejido social, trabajar en las diferentes etapas de la escala de incidencia.

Políticas públicas impulsadas desde la estructura social plana organizada, acciones concretas de ciudadanía en coordinación con el estado; El medio ambiente como espacio de enseñanza-aprendizaje, para crear liderazgos colaborativos con capacidad de organización para motivar, construir consensos y generar propuestas. El resultado, es la arena política necesaria, sinergia con las personas idóneas, mecanismos acompañados siempre con Educación Ambiental y que el recurso económico que destina el estado para la mitigación del cambio climático y el cuidado de los ecosistemas sea mínimo. Máximo el recurso humano voluntario y empoderar a los ciudadanos, de forma consiente se harán responsables del espacio en el que habitan.

INTRODUCCIÓN

Los problemas socioambientales de los cuales estamos siendo participes, son el resultado de acciones de los hábitos cotidianos a pequeña escala de cada uno de los habitantes de este mundo en el que habitamos, porque las acciones de cada individuo como la elección de los alimentos, el consumo de energía o hábitos de consumo son realizadas por 7.594 mil millones de habitantes en el planeta (Banco Mundial, 2018), si comprendemos que nuestros hábitos no son aislados de los demás, porque compartimos el mismo espacio terrestre para vivir y desarrollarnos, de esta manera podremos asumirnos como seres interdependientes que formamos parte de un sistema global, en el cual las acciones y decisiones personales, locales y regionales, tienen un efecto directo o indirecto sobre los demás y el ambiente, por tanto, los temas medio ambientales tienen un estrecho víncu-

lo con la sociedad, y tener acceso a los servicios ecosistémicos pueden ser un derecho pero también implica obligaciones, las cuales se ejercen a través del cuidado, concientización y participación; ya que somos parte de una crisis, una crisis creada por nosotros mismos, por ejemplo, actualmente 2100 millones de personas no tienen acceso confiable a servicios de agua potable gestionados de manera segura, y 4500 millones carecen de servicios de saneamiento (Banco Mundial, 2019), lo cual amenaza la subsistencia de los seres vivos, pero por otro lado hay “excesos” al hacer un uso desmedido de recursos por parte de ciudadanos y empresas y no tener consciencia del impacto que conlleva cada una de nuestras acciones está causando graves pérdidas y daños irreversibles en los ecosistemas. Es por ello que consideramos que como primera medida está en reconocer

que educarnos ambientalmente tiene que ver con el desarrollo humano de las personas, con la comprensión del entorno y con los niveles organizacionales según el (PNUD, 2009) por lo tanto es indispensable armonizar esta sinergia para organizarnos comunitariamente, la importancia de este proceso dentro de las organizaciones comunitarias como lo explica la FAO (2008) radica en: “conocer nuestros valores humanos y talentos individuales para resolver de forma efectiva los problemas sociales, económicos y políticos de la comunidad”. Por lo tanto la acción participativa es un apartado que queremos abordar a continuación ya que consideramos que es necesario identificar, explicar y fortalecer dentro de las comunidades el papel que jugamos como seres humanos y cohabitantes de esta Tierra, porque es desde lo local donde podemos incidir para lograr cambios visibles y posibles, primero a pequeña escala, con los cercanos, con nuestros comunes y con los que compartimos

un territorio el cual nos representa dentro de unas costumbres y rasgos particulares, y a partir de esto tomar decisiones conjuntas que nos favorezcan a todos. Aquí y así es como se empieza a construir aquello que envisionamos y llamamos Educación Ambiental.

Los ciudadanos formamos parte de un Estado y como parte de ello, somos también responsables de la calidad de las políticas y las medidas llevadas a cabo por el gobierno. Por lo anterior, es necesario comprender que la participación ciudadana en los asuntos públicos es un elemento fundamental de las nuevas formas de gobernar, la cual es eje rector para el funcionamiento de cualquier democracia.

Es importante que la participación ciudadana no se ejerza solamente en votaciones electorales, frecuentemente como ciudadanía exigimos cambios, pero cuando se realizan consultas a la gente que se debe ha-



cer para alcanzarlo, se limitan a salir a votar para elegir al próximo representante y dejar de involucrarse en otros asuntos públicos, siguiendo con su vida cotidiana, eso sí, sin dejar de tener quejas en un futuro sobre el actuar del gobierno y la falta de un verdadero cambio, ignorando que su participación real es involucrarse para que los objetivos se cumplan y se pueda alcanzar una verdadera democracia.

El presente documento tiene como finalidad demostrar la importancia de la participación ciudadana, particularmente en la región central del Estado de Veracruz, en la Sierra Madre Oriental derivan las estibaciones de la Sierra de Misantla, Chiconquiaco y Tlacolulan, con alturas superiores a los 2,000 metros sobre el nivel del mar. (SECTUR, 2019); para atender y revertir los problemas medioambientales que presentan actualmente esta zona geográfica.

Para ello, se inicia visualizando un panorama general respecto de las políticas públicas, su ciclo y la participación ciudadana como incidencia en su desarrollo.

Posteriormente se presenta, un caso práctico denominado “*Proyecto medioambiental regional e integral, con iniciativa ciudadana: Reforestando Cuencas*”, que pretende demostrar, como la ciudadanía de manera organizada busca incidir en los espacios públicos, para el desarrollo de Políticas Públicas en procura del cuidado ambiental.

ANTECEDENTES

Históricamente nuestro país estuvo representado por un poder hegemónico, el cual controlaba los poderes en los tres órdenes de gobierno, lo cual, coartaba los derechos democráticos de los ciudadanos. Así, al existir un régimen autoritario, las decisiones eran unilaterales y había imposición de leyes, lo que los ciudadanos percibían con resistencia y desconfianza, llevando a una complicada relación entre gobierno y ciudadanos.

Sin embargo, en los últimos años, ha transitado gradualmente de ser un Estado autoritario a uno Constitucional, existiendo actualmente pluralismo partidista y alternancia en los tres niveles de gobierno, lo que ha permitido tanto el fortalecimiento de las instituciones como el de la democracia.

Si bien aún queda camino por recorrer, ha habido un avance significativo en este tema, creándose las condiciones para que exista la participación organizada de la ciudadanía, en las decisiones de los gobiernos, de tal forma que han encontrado canales como la transparencia y la rendición de cuentas que han logrado incidir en la formulación, implementación y evaluación de las políticas públicas.

¿QUÉ ENTENDEMOS POR POLÍTICAS PÚBLICAS?

Hoy en día, ¿podemos decir que la opinión y acciones de la ciudadanía han logrado incidir en las decisiones del gobierno?

Entendiendo por Política Pública, la acción gubernamental que moviliza recursos humanos, financieros e institucionales para resolver problemas públicos dentro de una sociedad (Tapia, 2010: 12). Se puede decir que existe incidencia en políticas públicas, cuando la ciudadanía participa organizadamente en la persuasión de otros actores de la esfera pública, para transformar sus percepciones, ideas, decisiones y/o acciones.

Sin embargo, no podemos hablar de política pública si ésta se desarrolla al margen de la participación activa de los ciudadanos, sino, de política gubernamental, en la que el gobierno decide unilateralmente el tipo de acciones que implementará, para intentar dar solución a determinada problemática o necesidad de la población.

Entonces, se vuelve imprescindible la participación ciudadana en el quehacer gubernamental, que incorpore la opinión y las demandas del mayor número de actores posibles, para que de este modo se tomen decisiones y se desarrollen acciones corresponsables en las distintas áreas en la que tiene atribución el gobierno y que son su responsabilidad.

Sin duda, la participación ciudadana es un elemento fundamental del Estado, en la construcción de gobiernos transparentes, eficaces y eficientes. Aunado a ello, cuando la opinión, necesidades y participación activa de la población es tomada en cuenta en el desarrollo de política pública, existe mayor confianza y colaboración en el cumplimiento y aplicación de las leyes, lo que contribuye de manera importante en la solución de los problemas públicos.

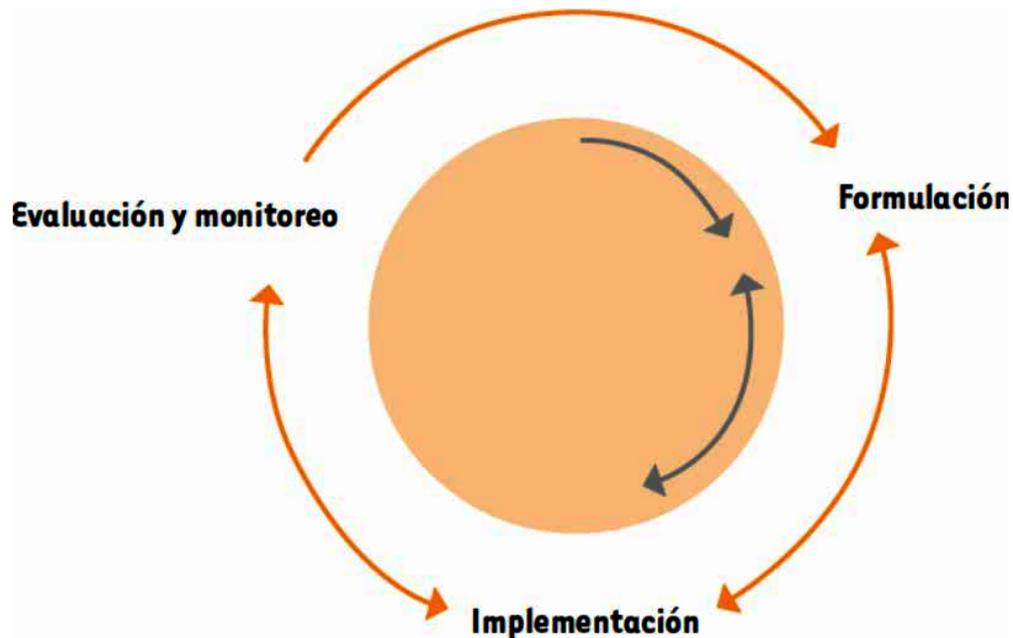
Es importante mencionar algunas de las razones por las que la ciudadanía decide organizarse para lograr incidir en las distintas etapas de las políticas públicas:

1. Cuando han identificado un problema público, en el que determinan que es necesaria la contribución del gobierno, para lograr su solución;
2. Cuando no existe transparencia y rendición de cuentas en la manera de gobernar.

Sin embargo, es determinante que la ciudadanía tenga conocimiento de la forma de organización de los gobiernos para el desarrollo de política pública, de tal manera que logre encontrar la mejor manera de visibilizar el problema público y este pueda pasar de la agenda pública, para ser incorporado en la agenda de gobierno. Para ello la opinión pública representa un elemento de gran relevancia para la toma de decisiones, la cual, en un contexto ideal, también es un proceso que genera acción y cambios sociales positivos (Tapia, 2010: 38).

De igual forma es necesario que los ciudadanos conozcan las etapas que componen el ciclo de las Políticas Públicas (figura 1), para que de acuerdo con el origen y características del problema se haya identificado y puedan determinar propuestas adecuadas y efectivas, tomando en consideración el momento en el que se ha decidido realizar la incidencia y de este modo puedan contribuir de manera positiva en su solución.

Figura 1. Ciclo de las Políticas Públicas.



Fuente: Tapia, Á. M. (2010). Manual de Incidencia en políticas públicas. México: Alternativas y Capacidades, A.C.

Por otro lado, el diseño de estrategias adecuadas será determinante en el proceso de incidencia en las políticas públicas, por lo que las asociaciones, comités o cualquier forma de organización de la ciudadanía, y de acuerdo con el contexto que prevalezca en ese momento, deberán identificar aquellas herramientas que les serán de mayor utilidad en la etapa en que decida incidir.

Siempre será recomendable, en un inicio, el acercamiento a las autoridades a través del diálogo, la presentación de propuestas y en aquellos casos en que sea necesario tomar una postura de presión, con la finalidad de que las propuestas sean tomadas en cuenta y se logre la incidencia. Puede darse el caso, en que en ciertos temas o problemáticas, no exista voluntad política por parte de los gobiernos para dar solución, por lo que será necesaria llegar a la confrontación, para lo que se podrá recurrir a las movilizaciones y denuncias a través de los medios de comunicación, con la finalidad de sensibilizar a las autoridades respecto del problema público y éste pueda ser visibilizado.



PROYECTO MEDIOAMBIENTAL, REGIONAL E INTEGRAL CON INICIATIVA CIUDADANA: “REFORESTANDO CUENCAS”

“Importancia de reforestar las partes altas, evitará erosión, pérdida de fauna, arrastre de suelos, cambio de clima, falta de agua en las ciudades, incremento de los niveles de temperatura”.

Los recursos naturales son elementos de la naturaleza, de los cuales los seres humanos se aprovechan para su subsistencia; la utilización óptima depende del conocimiento que la humanidad tenga al respecto de la conservación de los mismos.

La conservación del medio ambiente debe considerarse como un sistema de medidas sociales dirigidas a la utilización racional de los recursos naturales; preservar los complejos naturales típicos y la defensa de los ecosistemas ante la contaminación y degradación.

Forestar las partes altas de las cuencas, es vital para detener impactos de huracanes y lluvias torrenciales, así como la detención de suelos y sobre todo contar con agua suficiente para tres millones de personas, una de estas cuencas es el Cofre de Perote.

La cuenca del Río Actopan nace en las faldas del Cofre de Perote 3,000 msnm, sigue su cauce por Tlacolulan hasta su desembocadura, parte inicial del río Sedeño, río Naolinco, se une con río Acatlán, y convergen en el río Actopan.

El Pixquiac es un río que nace de los escurrimientos de la pendiente oriental del Cofre de Perote, entre los 2500 y los 3000 m de altitud y se ubica al oeste de la ciudad de Xalapa y al noroeste de la ciudad de Coatepec, Veracruz. En su recorrido, varios ríos se le unen - el Tillerero, el San Andrés y el Matlacoatl- y más adelante el Hueyapan y el de Pintores, juntos se unen para formar el río de Los Pescados que cuando se une al río Hutzilapan, cambia su nombre a río La Antigua, que desemboca en el mar en el Golfo de México.

JUSTIFICACIÓN

Reforestar más allá de ser relevante, es una actividad necesaria y urgente, ya que los árboles cumplen una función importantísima para conservar el agua y evitar la erosión de los suelos; la presencia de árboles reduce la corriente de aguas torrenciales sobre el suelo; y protege y recarga las cuencas hidrográficas. Los suelos forestales absorben cuatro veces más agua de lluvia que los suelos cubiertos con pastos y 18 veces más que el suelo desnudo.

Aunado a ello, la educación y construcción de la cultura del cuidado del Agua, que procure acciones encaminadas al cuidado de la naturaleza, así como

la educación relacionada con la alimentación, entendernos como parte de un todo, es involucrarnos también en la manera en cómo se están cultivando nuestros alimentos, y todos los procesos que implican para el medioambiente y nuestra salud, por ello apelamos a nuevas formas de cultivo y ganadería sustentables, que vayan de la mano con los procesos de reforestación.

El manejo correcto de los residuos sólidos urbanos y los recursos naturales es otro tema, esencial para la preservación de nuestras cuencas y bosques, para que recuperemos nuestra calidad de vida.

PROBLEMÁTICA IDENTIFICADA

Drásticamente hemos deteriorado el medio ambiente, al acelerar los procesos de contaminación del suelo y el agua, causados por la explotación desmedida de los recursos naturales, el crecimiento demográfico, la desertificación para usos agropecuarios y urbanos; aunado a la tala inmoderada clandestina e incendios, plagas y enfermedades han provocado pérdida de biodiversidad del bosque mesófilo, disminución y contaminación del agua.

Veracruz es la segunda entidad del país más deforestada, el 81 % de los bosques y selvas están destruidas. Es uno de los estados con un alto índice de pasivos ambientales; ríos contaminados, tiraderos de basura a cielo abierto, los campesinos cultivan utilizando de manera desmedida agrotóxicos, contaminan el agua, los suelos y la ciudadanía no tiene cultura de separación de los residuos sólidos.

Existen un gran número de problemas con la deforestación de bosques y selvas, el caso de Veracruz ya es alarmante, pues nos estamos enfrentando a la seca o pérdida de afluentes que desembocan al río Actopan, y esto ocasiona la pérdida de diversos ecosistemas.

Debido a los problemas ambientales que cada vez se agravan más y ante la falta de interés y acción por parte de las autoridades principalmente municipales, los ciudadanos de 12 municipios que conforman la región montañosa de la sierra de Misantla, Chiconquiaco y Tlacolulan, se han empezado a organizar para incidir desde la sociedad civil en acciones que encaminen a diseñar políticas públicas para la recuperación del equilibrio medioambiental.

Problemas principales: Incremento de la deforestación, contaminación de las microcuencas y el medio ambiente en su generalidad en las zonas altas que nutren la cuenca del río Actopan.

Causas	Efectos
Falta de un programa de reforestación.	Desequilibrio social, económico y ambiental de la población con sus bosques.
Falta de un plan integral de manejo correcto de los Residuos Sólidos Urbanos	Tiraderos a cielo abierto, no se separa de manera correcta, contaminación del entorno natural y mantos acuíferos.
Falta de conocimientos y recursos.	Contaminación ambiental.
Falta de financiamiento para proyectos productivos sostenibles y un mercado justo.	Pérdida de flora y fauna.
Débil ejercicio de la gobernanza local y forestal.	Perdida de la biodiversidad.
Tala por falta de cultura y cuidado del agua.	Disminución de afluentes de aguas, microcuencas contaminadas.
Derribo y quema de bosques para diversos agricultura y ganadería	Suelos degradados.
Se han dejado de cultivar las tierras con propósito de consumo familiar y local	Escasez de alimentos sanos, de calidad y suficiente para las familias.
Minería ilegal por los habitantes y empresas	Disminución de especies y recursos de alto valor.
Falta de vigilancia por parte del Estado y los pobladores.	No reconocimiento de los saberes tradicionales y degradación de los ecosistemas.
Apertura de carreteras.	Pérdida de los servicios ecosistémicos

Con la finalidad de tomar medidas urgentes para proteger los recursos naturales e intentar revertir la amenaza de la degradación ambiental, se elaboró el Proyecto medioambiental, regional e integral con iniciativa ciudadana denominado “Reforestando Cuencas”, este proyecto ciudadano está enfocado en las principales disciplinas del entorno ambiental a través de la toma de decisiones para realizar acciones de incidencia.

Periódicamente se realizan reuniones con los ciudadanos participantes del proyecto “Reforestando Cuencas”, donde en la sesión del domingo 4 de agosto se decidió darle personalidad de cooperativa, para tener mayor alcance operativo de organización y de financiamiento al proyecto, donde se busca la colaboración de los tres niveles de Gobierno.

Como ya se mencionó, se elaboró un proyecto de acción integral y regional INCREMENTAL que comprende las siguientes disciplinas:

1. Reforestación.
2. Cuidado del agua.
3. Agroecología.
4. Educación ambiental.
5. Separación de residuos sólidos urbanos y Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE).
6. Bibliotecas o bancos de semillas.
7. Creación de viveros regionales, para en un futuro llevar a cabo la restauración de bosque mesófilo de niebla y montaña.
8. Propuesta para separadora de residuos regional.
9. Incidencia en la creación de políticas públicas.

Todas estas interdisciplinas concluyen en hacer propuestas para crear e impulsar el desarrollo de políticas públicas.

ACTORES

Sociedad civil organizada, por iniciativa de: SALVA TÚ MAÍZ, SALVA TU FAMILIA, TLACOLULAN HUEYCALIC Y TRUEQUE CENTRO DE GESTIÓN CULTURAL Y DESARROLLO SOCIOAMBIENTAL A.C.

ACTIVIDADES EMPRENDIDAS

Primera actividad:

Por temporada o época de lluvias, reforestación de parte alta de la sierra de Misantla, Chiconquiaco, Tlacolulan y parte baja del Cofre de Perote.

Se reforestó con tres especies donadas por CONAFOR (Quercus Rugosa, Pinus Patula y Pinus Pseudostrobus), 12 municipios (Chiconquiaco, Landero y Coss, Miahuatlán, Acatlán, Coacoatzintla, Jilotepec, Tepetlán, Naolinco, Tonayán, Tlacolulan, Tlalnehuayocan y Acajete).

(Jornadas de reforestación, se sembraron 15 mil árboles en la región, participaron alrededor de 2 mil voluntarios).





Segunda actividad:

Nos hemos enfocado en crear liderazgos colaborativos locales para organizar equipos de trabajo, su función es el desarrollo de habilidades y capacidades, fortalecer la organización comunitaria y compartir. Se han creado equipos de voluntarios en las diferentes disciplinas, ampliamente capacitados para tener movilidad regional y emprender acciones concretas, alcanzables y medibles.

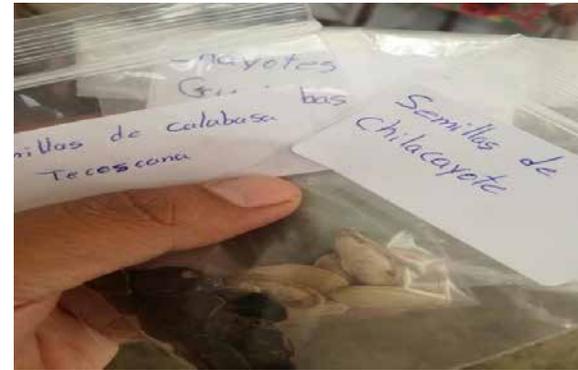
Reuniones y capacitación constante, antes y después de cada proceso para educarnos de acuerdo al enfoque que se dese.



Tercera actividad:

Se implementó una campaña de “Recolección y donación de semillas” para crear viveros comunitarios e impulsar agroecología, participan equipos de trabajo con voluntarios; La intención es reproducir especies endémicas para reforestar en futuros años y rescate de semillas criollas.

Cada domingo se realizan actividades de agroecología en la región de acuerdo a calendario, actividades; en cada municipio hay un responsable de germinar las semillas recolectadas en tanto hay las condiciones para crear los viveros comunitarios.



Calendario de colecta de frutos de las especies seleccionadas con potencial para reforestar la microcuenca del río Naoilco

Nombre	Común	Científico	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Lent	Acer tomentosum													
Bata	Alnus acuminata													
Pipipepe	Lagotis caroliniana													
Mangajala	Clidias americana													
Malaband	Cornus stricta													
Tepicote	Coccoloba mexicana													
Sangreajón	Croton albus													
Ciprés	Lagotis caroliniana													
Lagotis	Clidias americana													
Grichen	Fagus mexicana													
Mangajala	Alnus acuminata													
Tala gajana	Lagotis caroliniana													
Lagotis	Lagotis caroliniana													
Pala Yucate	Melicope alba													
Mano de leche	Coccoloba mexicana													
Pipipepe rojo	Croton albus													
Aguacate	Persea americana													
Pino	Pinus patula													
Haya	Fagus mexicana													
Pracosa de pajero	Pracosa mexicana													
Capulín	Fraxinus americana													
Chalchic	Fraxinus americana													
Encino	Quercus rubra													
Sauce	Salix humboldtiana													
Salicó	Salix humboldtiana													
Arachis	Synca rufescens													
Tecapalá	Persea americana													
Huano de gata	Fraxinus americana													
Huacajal,Quanda	Fraxinus americana													
Capulín	Fraxinus americana													

Cuarta Actividad:

El sábado 28 de septiembre se inició el Primer Reciclón Regional, participaron 10 municipios (Chiconquiaco, Landero y Coss, Miahuatlán, Acatlán, Coacoatzintla, Jilotepec, Tepetlán, Naolinco, Tonayán, Tlacolulan). Se habilitó mismo número de centros de acopio, participó ciudadanía organizada y autoridades municipales; Esto en el marco del tercer Reciclón en la ciudad de Xalapa, se trasladó lo acopiado a la explanada del teatro del estado el sábado 12 de Octubre.

Se trasladó los residuos acopiados en tiempo y forma por medio propios

Iniciativa Ambiental
Reforestando Cuencas
2019

CAMPAÑA DE ACOPIO DE
Residuos Sólidos Urbanos (RSU)

1ER RECIKLÓN REGIONAL

¿Qué residuos puedes traer?

- Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos**
Televisores, pantallas, teléfonos celulares, computadoras, etc.
- Medicamentos**
Caducados
- Pilas alcalinas**
Cilíndricas, rectangulares, tipo botón y dobles.
- Acetate de cocina quemado**
Debidamente guardado para su traslado
- Papel**
Todo tipo de hojas y libretas
- Vidrio**
Todo tipo de vidrio, debidamente envuelto para evitar cortaduras.
- Cartón**
Todo tipo de cartón
- Multicana**
Tetrapac de leches, jugos, yogurt, media crema, puré de tomate, vacías y llenas.

Del **28** de Septiembre
al **12** de Octubre

En 10 municipios:
Acatlán, Chiconquiaco, Coacoatzintla, Jilotepec, Landero y Coss, Miahuatlán, Naolinco, Tepetlán, Tonayán y Tlacolulan.

CONTACTO: Teodoro Bravo Gabriel | (228) 851 49 83



OBJETIVO PRINCIPAL

Disminución de la deforestación y contaminación en las zonas altas que nutren la cuenca del río Actopan y Pixquiac.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Desarrollo de una cultura forestal y medioambiental a los pobladores.
- Incrementar la capacidad organizativa y asociativa de los pobladores.
- Fomentar procesos de formación socioambiental a los pobladores.

ACCIONES NECESARIAS A DESARROLLAR:

Ciudadanía

- Organización social por parte de los pobladores para “reapropiarse” del territorio.
- Propiciar el ejercicio de la gobernanza local sobre los aspectos forestales.
- Disminución de la tala de los bosques para ganadería y agricultura.
- Renovación del bosque con especies forestales.
- Educación Ambiental para todos.

Gubernamental

- Presencia de las instituciones estatales y representantes de la sociedad civil.
- Implementación de programas y proyectos productivos sustentables vinculados a un mercado.
- Vinculación institucional entre ayuntamientos y autoridades involucradas en territorio.

Voluntariados:

- Ríos: Cuidado y cultura del agua
- Reforestación
- Agroecología
- RSU Y RAEE
- Conservación de semillas
- Educación ambiental
- Propuestas

PROPÓSITOS:

El programa de Voluntariado en Ríos tiene como finalidad promover y aumentar la participación ciudadana en la limpieza, conservación, restauración y mejora del estado ecológico de los ríos en las cuencas hidrográficas.

El programa de “Me sumo a sembrar vida”. Tiene como finalidad promover y aumentar la participación ciudadana, promover el cuidado del medio ambiente.

El programa de Voluntariado de Agroecología, tiene como finalidad promover y aumentar la participación ciudadana para recuperar saberes tradicionales en el cultivo y consumo de alimentos sanos regionales.

El programa de Voluntariado “Residuos Cero, las R’s.” tiene como finalidad aumentar la participación ciudadana para el manejo correcto de RSU y consumo responsable.

El programa de Voluntariado de Conservación de semillas, tiene como finalidad promover y aumentar la inclusión y participación ciudadana para dar a conocer la importancia de la preservación, conserva y reproducción de semillas nativas.

El programa de Voluntariado de Educación Ambiental tiene como finalidad crear valores en la ciudadanía, concientizar en escuelas, barrios, colonias y poblados, la importancia del cuidado del medio ambiente.

El programa de equipo de Voluntariado de propuestas, tiene como finalidad recoger las propuestas de los equipos de voluntarios anteriores, analizar leyes, acuerdos, minutas y recopilar todas las propuestas de la ciudadanía.

ACCIONES ESPECÍFICAS:

- Sensibilizar sobre los valores socioambientales de los ecosistemas pluvial y fluvial.
- Promover la participación ciudadana a través de grupos y entidades de voluntariado para el conocimiento, diagnóstico y mejora de los sistemas fluviales.
- Conservar y mejorar el patrimonio natural y cultural de los ríos en el marco de un desarrollo sostenible.
- Captación de agua de lluvia.
- Crear propuestas de política pública.
- Reforestar zonas prioritarias.
- Mejorar el desempeño de las cuencas hidrográficas.
- Mejorar áreas verdes.
- Soberanía alimentaria.
- Promover agricultura en traspatio y pequeños espacios.

- Promover talleres para elaborar abonos orgánicos, caldos minerales o fermentados.
- Crear redes de agricultores.
- Crear mercado verde regional.
- Crear propuestas de política pública
- Concientizar sobre consumo responsable.
- Manejo y separación correcta de los RSU Y RAEE.
- Compostar, reciclar, reutilizar y disposición final.
- Campaña de cero plásticos en comercios.
- Crear propuestas de política pública.
- Recolección, resguardo y reproducción de semillas.
- Programa de donación de semillas.
- Desarrollar habilidades y actitudes para convivencia armónica entre los seres humanos y medio ambiente.
- La función de la humanidad con su entorno: ecología profunda.
- Derechos y responsabilidades.
- Medio ambiente como finalidad y objetivo.
- Recopilar acciones llevadas a cabo en la transversalidad para material didáctico.
- Detectar problemáticas y posibles soluciones.
- Acción participativa.
- Analizar programas federales, estatales y locales para fortalecer las acciones de los equipos multidisciplinares.
- Gestión ante instituciones.
- Impulsar políticas públicas.

BENEFICIOS COMUNES:

- Limpieza, conservación, rehabilitación y propuestas.
- Seguimiento de reforestación continúa.
- Soberanía alimentaria, gestionar de manera responsable, sostenible la productividad y manejo de la forma de cultivo y los recursos.
- Manejo correcto de los RSU,
- Composta, reciclar, reutilizar e impulsar planta de gestión de residuos regional para eliminar los tiraderos a cielo abierto.
- Creación de biblioteca o banco de semillas y viveros regionales.
- El medio ambiente como medio educativo y contenido de recursos didácticos.
- Impulsar políticas públicas, relación estrecha con los tres niveles de gobierno y Congreso para lograr gestión.
- Transversalidad
- Todos los equipos capacitaran a otras áreas del tema correspondiente; la intención es que todos tengamos conocimiento del proyecto.
- Correlación entre las diferentes disciplinas para lograr objetivos en común.

CONCLUSIÓN

A lo largo de la historia, la sociedad se ha considerado como la parte receptora de las Políticas Públicas del Gobierno, siendo un grupo político o pequeña élite de personas los que, a conveniencia, definen asuntos públicos para que posteriormente el Estado sea el encargado de su diseño e implementación. Esto provoca que los diferentes problemas de la ciudadanía no se perciban como asuntos públicos prioritarios a los cuales el Gobierno les brinde la atención requerida, por lo que muchas veces se quedan en el olvido y no se resuelven, ocasionando con ello una problemática de mayor magnitud.

Las Políticas Públicas son la expresión política del Estado, que le da a un grupo la iniciativa para darle respuesta a una situación que afecta a una sociedad, permitiéndole demostrar que el Gobierno es capaz de enfrentar situaciones adversas e implementar programas que dan una solución eficaz y eficiente a dichas situaciones.

Por lo que el enfoque de las políticas públicas debe tener un valor descriptivo del mundo político administrativo, que permita la observación de los procesos de los diferentes actores que intervengan en el ciclo inherente a ellas; además de esto la aproximación a la realidad administrativa del análisis de políticas públicas, en el sentido que ofrezcan un análisis desarrollado para conseguir o captar la mejora de la gestión en la administración pública y conocer el impacto de las decisiones del entorno.

Actualmente la participación de la ciudadanía no ha sido suficiente para poder incidir en un mayor grado en la determinación de las políticas públicas, por lo tanto, se debe entonces incorporar medidas orientadas al desarrollo de una gestión pública participativa, a través de la generación de organismos del gobierno y procedimientos que impulsen la participación ciudadana en ejecución y evaluación de sus políticas públicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (2008) “Organización Comunitaria” Estelí.

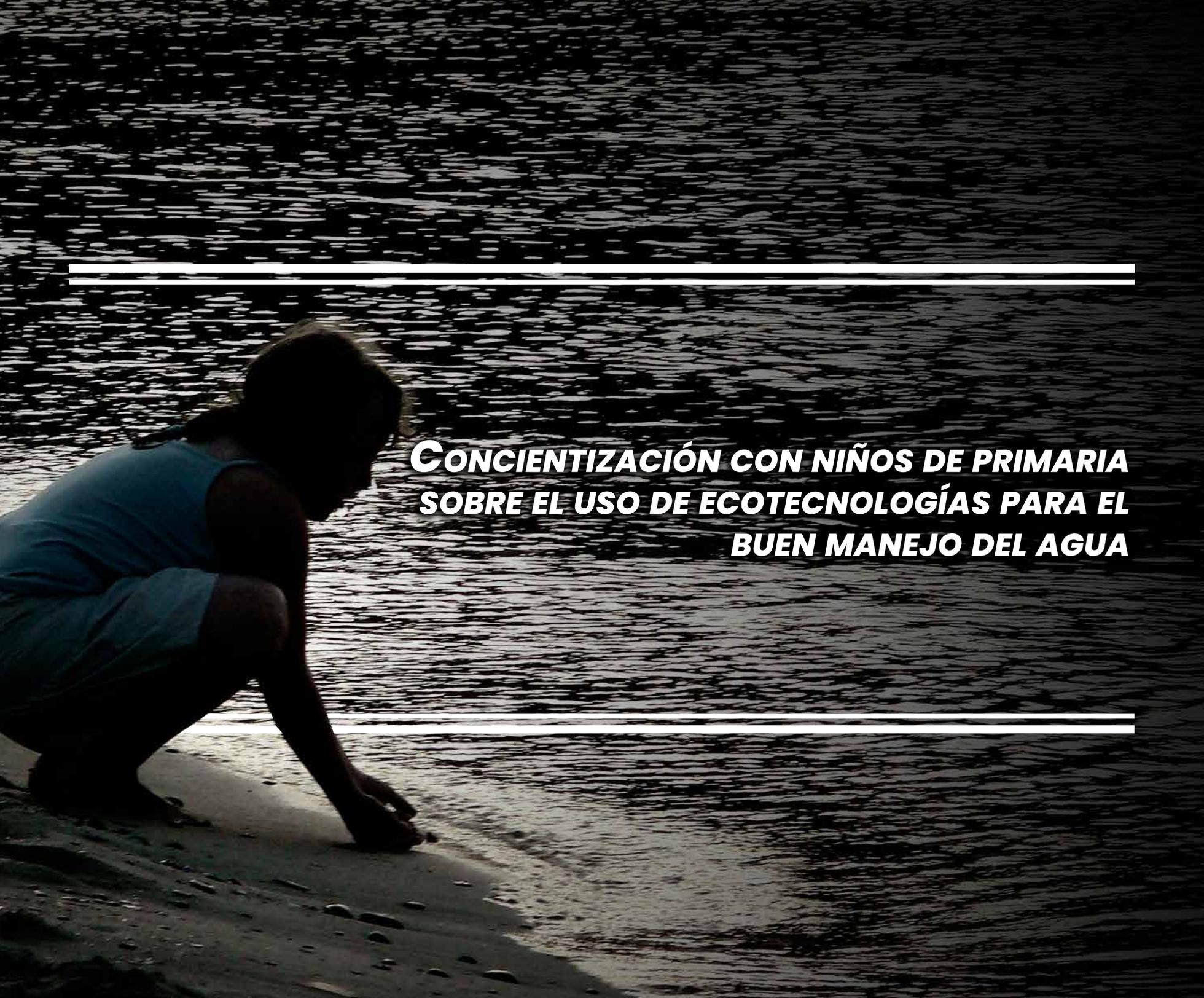
Davis, A., y Lemma, T. PNUD, (2009). Desarrollo de capacidades: texto básico del PNUD. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Nueva York, EE.UU: Kanni Wignaraja.

Práctica global de Agua del Banco Mundial. 2019. Recuperado de: <https://www.bancomundial.org/es/topic/water/overview>

Tapia, Á. M. (2010). Manual de Incidencia en políticas públicas. México: Alternativas y Capacidades, A.C.

<https://www.facebook.com/ReforestandoCuencas/>



A young child with dark hair, wearing a light blue tank top and shorts, is crouching on a sandy beach. The child is looking down at the water's edge. The background is a large body of water with ripples, reflecting light. Two horizontal white lines are positioned above and below the text.

**CONCIENTIZACIÓN CON NIÑOS DE PRIMARIA
SOBRE EL USO DE ECOTECNOLOGÍAS PARA EL
BUEN MANEJO DEL AGUA**

CONCIENTIZACIÓN CON NIÑOS DE PRIMARIA SOBRE EL USO DE ECOTECNOLOGÍAS PARA EL BUEN MANEJO DEL AGUA

IRMA ZITÁCUARO, J. LUIS MARÍN MUÑIZ

RESUMEN

Los programas de educación básica en México contienen temáticas de medio ambiente, e incluso de desarrollo sustentable sobre buen uso del agua. Las asignaturas contienen elementos suficientes para que los alumnos modifiquen sus conductas en el uso de los recursos, pero la praxis es débil. Por lo anterior, se facilitó una alternativa mediante el aprendizaje reflexivo, constructivismo y las ecotecnologías, como estrategias en armonía con el medio ambiente y que contribuyen a la sustentabilidad.

Se realizaron talleres planificados con el “Manual del promotor y educador ambiental para el desarrollo sustentable”, con temas sobre el buen uso del agua y las ecotecnologías. La población del estudio fueron niños de educación primaria de la localidad de Pastorías, Actopan. Las ecotecnologías expuestas fueron: captación de agua de lluvia, baños secos, filtros caseros y riego de traspatio por goteo.

Se evaluó la percepción de los niños en tres componentes: identificación de ecotecnologías, sus ventajas y su aceptación. El análisis estadístico no registró diferencias significativas, esto es, los niños lograron identificar y aplicar con maquetas. Con preguntas abiertas se detectó preferencia por la captación de agua de lluvia, acción

reforzada con la construcción de maquetas presentadas verbalmente en compañía de los padres, -el aprendizaje fue transferido- fue gratificante escuchar a los niños y padres hablar de ecotecnologías. Con participación de los padres de familia y academia se construyó la ecotecnología de humedales como tratamiento ecológico comunitario para limpiar las aguas residuales y reutilizarlas en irrigación de cultivos.

INTRODUCCIÓN

La riqueza natural de los ecosistemas ha sido de gran interés para los seres humanos, sus componentes de flora y fauna, además de prestar servicios ambientales, representan alternativas para el esparcimiento, la economía y el desarrollo de los centros urbanos. Uno de los principales beneficios que prestan los ecosistemas es el abastecimiento de agua para las actividades de los diferentes tipos de usuarios, público urbano, agrícola, pecuario, industrial, entre otros. Sin embargo, pareciera que no existe la conciencia cívica y la población utiliza los cuerpos de agua como vertederos de aguas residuales y depósito de desechos sólidos sobrepasando

la capacidad de recuperación y en consecuencia deteriorando la calidad del agua hasta llegar a ser no apta para consumo o uso de los sectores productivos.

Al respecto, se han implementado estrategias a nivel internacional y nacional, iniciativas globales como es la Agenda para el Desarrollo Sostenible y sus 17 objetivos, así como acciones locales que contribuyen a los objetivos globales. En México, desde la Constitución Política en su Artículo 4o manifiesta el derecho humano a un medio ambiente sano. Mas localmente y para el estado de Veracruz, la Constitución Política del Estado de Veracruz de Ignacio de

La Llave en su Artículo 8 menciona que los habitantes tienen derecho a vivir y crecer en un ambiente saludable para su bienestar y desarrollo humano.

En atención a las iniciativas mencionadas, una de estas alternativas la constituye la educación, concepto contenido en el Plan Veracruzano de Desarrollo 2019-2024 en su Eje C de Bienestar Social donde se demanda concentrar los esfuerzos para la mejora de la calidad de vida y el desarrollo humano. En su Objetivo 3 “Garantizar un medio ambiente sano donde las y los veracruzanos se desarrollen de manera integral,

en armonía y equilibrio con la biodiversidad, mediante la preservación y la restauración del patrimonio natural del Estado” (PVD 2019-2024:214), como una línea de acción para su logro contiene el “Articular modelos preventivos en materia ambiental con el sector educativo a fin de contribuir a formar personas con mejores proyectos de vida” (PVD 2019-2024:215).

Por otra parte, con respecto a los recursos hídricos el PVD 2019-2024 incluye que el agua al ser un factor clave para el desarrollo sostenible significa ser un recurso renovable solo si está bien administrado, sin embargo, se observan aún en la actualidad, deficiente gestión, crecimiento demográfico y la expansión de las actividades productivas, además de que las localidades enfrentan problemas de disponibilidad de agua.

En este contexto y derivado de una revisión de los contenidos de los programas de educación básica, en todos sus niveles, donde se observa que contienen temáticas de medio ambiente, ecosistemas, calentamiento global, cambio climático, problemas ambientales e incluso leyes de protección al ambiente y desarrollo sustentable. Además, contienen en forma más específica y práctica acciones de cuidado de los recursos hídricos y del buen uso del agua. Esto es, las asignaturas de Ciencias Naturales y Cívica y Ética contienen los elementos suficientes para que los alumnos se concienticen y modifiquen sus conductas en torno al manejo del uso de agua y de los recursos naturales. No obstante, la praxis es débil y los conocimientos teóricos no han estado orientados a la acción.



Los programas educativos han estado basados en el enfoque constructivista con el argumento de que los niños de 7 a 12 años tienen características de poder relacionar el aprendizaje con el medio ambiente, además son capaces de entender procesos lógicos y pueden adquirir un conocimiento de la realidad (Papalia *et al.*, 1984; Piaget, 1991; Meece, 2000). Con base en esta perspectiva, puede propiciarse que los niños se formen en la sostenibilidad a través de la educación y se contribuya de esta forma a una de las metas establecidas por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).

Con los argumentos anteriores, el presente estudio propone facilitar a los alumnos una alternativa que pueda contribuir a modificar su actuar mediante el aprendizaje reflexivo y con el conocimiento de “ecotecnologías” como dispositivos que funcionan con armonía con el medio ambiente y brindar beneficios sociales y económicos, por ser de construcción y mantenimiento económico que no requieren de procesos especializados, ni mano de obra calificada además de que son reconocidas por su contribución a la sustentabilidad.

En este sentido, se implementaron talleres planificados mediante la metodología del “Manual del promotor y educador ambiental para el desarrollo sustentable” (Esteva y Reyes, 1998). Se realizaron dos talleres con temas del agua y las ecotecnologías para su buen uso, con apoyo de una feria de ciencias. La población de estudio fueron niños de educación primaria de la localidad de Pastorías, Actopan, Veracruz. Las ecotecnologías expuestas fueron: captación de agua de lluvia, baños secos, filtros caseros y el riego por goteo de traspatios. Los talleres se reforzaron con metodologías psicológicas y pedagógicas para garantizar un mejor aprendizaje.

Posterior a los talleres y utilizando como instrumento de medición un cuestionario, se evaluó la percepción de los niños en tres componentes: identificación de las ecotecnologías, sus ventajas y la aceptación para su implementación. Los dos primeros puntos se analizaron estadísticamente, se hizo una prueba de normalidad de los datos con el sistema IBM SPSS Statistics, mediante la Chi-cuadrado, los datos resultaron no normales por lo que se utilizó la prueba asimétrica con la función de Mann-Whitney con una $P < 0.01$.



LA EDUCACIÓN Y SU RELACIÓN CON EL DESARROLLO SUSTENTABLE

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible contiene, entre otros puntos, que está la disposición a sanar y proteger el planeta y se está decidido a tomar las medidas transformativas necesarias para reconducir al mundo hacia la sostenibilidad (ONU, 2015). En específico, dentro del Objetivo 4, referido a la garantía de una educación inclusiva, equitativa y de calidad, en la Meta 4.7 se incluye además “asegurar que todos los alumnos adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible, entre otras cosas mediante la educación para el desarrollo sostenible y los estilos de vida sostenibles...” (ONU, 2015:20). El manejo sustentable de los recursos naturales son temas de gran interés de la Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), como lo hace notar en aspectos sociales, económicos y ambientales en sus 17 objetivos.

Al respecto de la Agenda, México expresó que asumía la Agenda 2030 como un compromiso de Estado y una misión colectiva (Rodríguez, 2016). De hecho, las cinco Metas del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 están alineadas a los acuerdos globales firmados por el gobierno mexicano. Asimismo, México ratificó su compromiso al firmar, junto con otros 12 países, una Declaración Conjunta de Gobierno Abierto para la Agenda 2030 (Rodríguez, 2016), lo cual indica una suma de esfuerzos, voluntades y recursos, en este plano México se encuentra comprometido a participar y actuar para cumplir con los Objetivos de la Agenda, en materia de sustentabilidad en sus tres componentes: social, político y ambiental, donde la educación será un pilar principal.

En este orden de ideas, el Plan Veracruzano de Desarrollo 2019-2024, hace referencia a lo Agenda para el Desarrollo Sostenible y retoma para su atención 9 objetivos prioritarios de la Agenda 2030 incluido el número 9 referente a las ciudades y localidades sostenibles, puntualizando que deberán aterrizar en los programas sectoriales, prioritarios y especiales derivados del Plan.

En este camino a la sustentabilidad y haciendo énfasis en el papel de la educación, será de interés analizar el contenido de los programas de educación de los seis grados escolares, esto debido a que los libros de texto contienen la información accesible y directa a los niños de educación primaria. En la Figura 1 se presenta un resumen de la información contenida en los libros de Ciencias Naturales y de Cívica y Ética del ciclo escolar 2017-2018, mismos que contienen temas sobre recursos naturales, medio ambiente, ecosistemas e incluso de desarrollo sustentable. A nivel de contenido, el plan de estudios pareciera ser completo y fundamentado, por lo que se tendría el material idóneo para una excelente preparación del alumnado.

Figura 1. Contenido de los libros de texto gratuitos referente al cuidado del medio ambiente, ciclo escolar 2017-2018.

1º.	2º.	3º.	4º.	5º.	6º.
Ciencias naturales					
Soy parte de la naturaleza	Exploramos la naturaleza	El ambiente y la salud	Estabilidad del ecosistema y acciones para su mantenimiento	El ambiente y la salud	El ambiente y la salud
Cambios en la naturaleza del lugar donde vivo	La naturaleza y su importancia en la vida cotidiana	La importancia del cuidado del ambiente	Nuestro ecosistema	Características generales de los ecosistemas y su aprovechamiento	Relación de la contaminación del aire y el calentamiento global y cambio climático
				Las prioridades ambientales	



Fuente: Programas de estudio a nivel básico 2017-2018.

De acuerdo con diferentes metodologías pedagógicas y psicológicas los niños de educación básica tienen las características propicias para que el conocimiento no sea solo teórico, si no que propicie la asimilación y acomodación. Al respecto, el enfoque constructivista de Jean Piaget y Vygotsky (citados por Meece, 2000), fundamentada en la epistemología genética como el estudio la génesis del conocimiento a través de las distintas etapas del desarrollo cognitivo del ser humano, contienen el aprendizaje reflexivo mismo que permite que los niños y las niñas en edad de educación primaria y específicamente entre los 7 y 12 años de edad, desarrollen características que pueden propiciar su aprendizaje relacionado con su entorno y tienen habilidades para entender las relaciones con el medio.

Además, los niños desde los siete años tienen una construcción lógica con sistema de relaciones que permite tener diferentes puntos de vista, tienen un conocimiento descriptivo de la realidad con un sentido globalizador, viven un periodo denominado “Operaciones concretas (7-11 años)” y son capaces de usar un símbolo de forma lógica, poseen una capacidad de conservar y hacen generalizaciones, además adquieren la capacidad de conservar cantidades numéricas y materiales (Teitelbaum, 1978; Piaget, 1991; Meece, 2000; Navarro *et al.*, 2011). Con estas características los niños de educación primaria tienen las condiciones intelectuales propicias para que, mediante la acomodación, moldeado y modificación, inicien una formación responsable con el medio ambiente y con valores, asimismo, sean capaces de entender la problemática y traducirla en soluciones mediante la praxis en su entorno social.

LA EDUCACIÓN Y SU RELACIÓN CON EL MEDIO AMBIENTE

La relación entre la educación y la preservación del entorno ambiental se ha abordado desde diferentes puntos y disciplinas. Se ha enfatizado en las necesidades de la educación y su relación con aspectos sociales para la producción del saber ambiental y de nuevas prácticas pedagógicas y del conocimiento reflexivo, así como de innovación de tecnologías para resolver los problemas ambientales (Piaget, 1991; Leff, 1998).

Al respecto, las ecotecnologías presentan una opción que puede ser una oportunidad en la transformación del conocimiento y en un futuro pasar a la praxis. Para alcanzar esta perspectiva, se deben solventar varios aspectos, Dieleman y Juárez (2008) han señalado que los planes de educación pueden no cumplir con sus objetivos debido a que no responden a situaciones reales de vida, es decir, se desconocen los problemas locales reales y el comportamiento comunitario. Relacionado con este punto, Savater (1997) menciona que para educar y transmitir el conocimiento a otros es necesario haber vivido experiencias antes. Estos conceptos pueden complementarse con la propuesta de Dieleman y Juárez (2008) agregando que deben ser vivencias locales y propias de la comunidad las que se aborden en los centros educativos locales.

Es importante retomar lo que algunos filósofos, psicólogos y pedagogos aportan para tener estudiantes con bases sólidas en el aprendizaje. Freire (2005) con la pedagogía liberadora, sostiene que la educación proporciona la libertad de decidir mediante el uso de la razón, solventando que la educación no sea solo depositar conocimiento.



Expertos en educación ambiental, el constructivismo, en filosofía y pedagogía, dan respuesta a la interrogante de por qué no se ha dado ese paso a la acción. El conocer la región localmente y el entorno en conjunto con su problemática; tener la capacidad de relacionar el aprendizaje con lo que pasa en el entorno; conocer situaciones reales de vida preferentemente en soluciones satisfactorias; así como contar con la capacidad de transformar el conocimiento y de interactuar en forma propositiva con el ambiente y las relaciones del pensamiento con el mundo real, ente otros. En su conjunto, estos elementos facilitarán que el niño de nivel primaria, a través de la educación que le proporcione la libertad de elegir su mejor forma de vida y su proceder a futuro (Piaget, 1991; Sava-ter, 1997; Leff, 1998; Meece, 2000, Freire, 2005; Dieleman y Juárez, 2008).

LAS ECOTECNOLOGÍAS Y POLÍTICAS PÚBLICAS

Las ecotecnologías han ganado terreno poco a poco en actividades de la sociedad organizada, ante el riesgo sanitario existente en comunidades rurales sin acceso a sistemas de saneamiento básico, se implementó el Programa para la Sostenibilidad de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento en Comunidades Rurales (PROSSAPYS) a cargo de la Comisión Nacional del Agua con técnicas alternativas de alcantarillado y saneamiento como fueron los baños secos. En la evaluación realizada del Programa para el periodo 2008-2011 (Conagua-IMTA, 2013), se especifica que, de una visita realizada a 108 sanitarios rurales en las modalidades de baños secos, húmedos con biodigestores y unidades hidrosanitarias, al momento de la visita estaban en funcionamiento 94 sanitarios, esto es un 87%. En el informe se especifica que las fallas fueron de índole técnico y social. La componente del Programa terminó y la infraestructura fue abandonada, lo que deja en evidencia la falta de continuidad en este tipo de programas.

Por otra parte, el abastecimiento de agua a las comunidades que no cuentan con alguna fuente cercana representa un reto para las autoridades con atribuciones en la prestación de servicios. Ante la necesidad de dotar de agua a las poblaciones rurales que presentan dificultades técnico-económicas para proporcionarles el servicio mediante formas “tradicionales”, se implementa la alternativa con técnicas no convencionales como lo es la captación de agua de lluvia, misma que es viable, por lo que el Programa Nacional

para Captación de Agua de Lluvia y Ecotecnias en Zonas Rurales (PROCAPTAR) (Conagua, 2017) se ejecuta por el gobierno federal para construir sistemas de abastecimiento, habilitando a las casas habitación con el equipo especificado en las reglas de operación del Programa (Conagua, 2016).

Como estas ecotecnologías, existen otros casos que han surgido a partir de políticas públicas, sin embargo, es necesario reforzar la educación de la población e incrementar su aceptación y apropiamiento de la infraestructura.

ANTECEDENTES

La educación ambiental dirigida a la preservación de los recursos naturales ha sido tema prioritario a nivel internacional, nacional, regional y local. Al respecto se hizo una revisión de estudios y se realizó una selección de casos similares, los resultados se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Estudios de caso en educación ambiental en instituciones de educación.

Lugar	Temas	Población de estudio y número de casos	Cita
México	<ul style="list-style-type: none"> • Percepción y conocimiento ambiental • Prácticas para la conservación • Uso de ecotecnologías • Uso eficiente y reúso • Educadores ambientales • Universidad Intercultural 	Primaria (120) Secundaria (254) Bachillerato (30) Adultos (631)	Zamorano <i>et al.</i> , 2009 Padilla y Luna, 2003 Espejel y Castillo, 2008 Mora, 2013 Vásquez, 2011 Conanp, 2017 UVI, 2017

Lugar	Temas	Población de estudio y número de casos	Cita
España	<ul style="list-style-type: none"> • Percepción medioambiental • Ecoauditorías • Diagnósticos • Recuperación de espacios • Uso eficiente de recursos y reciclado 	Primaria (24) Bachillerato (87) Adultos (64)	Sampedro y García, 2009. Noguera, 2010
Chile	<ul style="list-style-type: none"> • Educación ambiental • Desarrollo sustentable • Biodiversidad 	Primaria (1,603) Profesores (20)	Ponce y Vega, 2009
Colombia	<ul style="list-style-type: none"> • Nivel de conocimiento de la educación ambiental 	Primaria (229)	Ruíz y Pérez, 2014

OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS

El estudio tiene la finalidad de que, una vez que los niños y las niñas tengan un taller sobre el uso de ecotecnologías para el cuidado del agua planificado con bases epistemológicas, tengan además de los conocimientos teóricos, una percepción de ¿qué son?, ¿para qué sirven? y ¿qué ventajas tiene el utilizarlas?, para lo cual el objetivo general es:

Evaluar la percepción que tienen los niños y las niñas de educación primaria de Pastorías, Actopan, Veracruz sobre las ecotecnologías para el buen uso de agua.

Los objetivos específicos son:

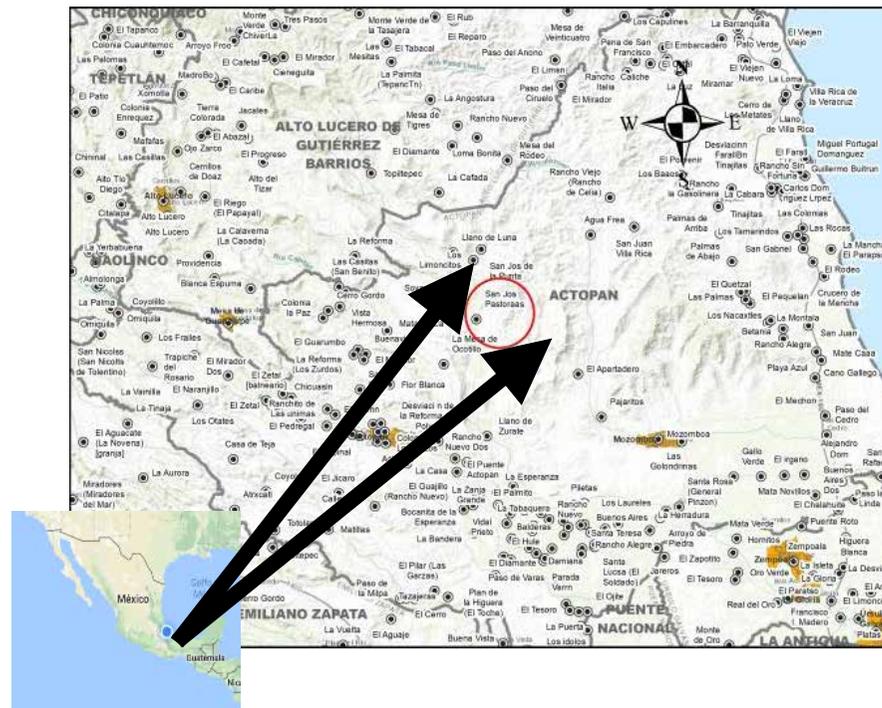
- Fortalecer el conocimiento, mediante el aprendizaje reflexivo, sobre del origen, problemática y buen uso del agua, así como de las ecotecnologías aplicables al cuidado del agua
- Evaluar la percepción de los niños y las niñas de educación primaria de Pastorías, Actopan, Veracruz sobre las ecotecnologías para el buen uso de agua

MATERIALES Y MÉTODOS

SITIO DE ESTUDIO

El estudio se realizó en la escuela de educación básica José María Morelos y Pavón perteneciente a la localidad de San José Pastorías, del municipio de Actopan en el estado de Veracruz, la comunidad se localiza a los $96^{\circ}34'14''$ de longitud oeste y a $19^{\circ}33'52''$ de latitud norte, a una altura de 260 metros sobre el nivel del mar (Figura 2).

Figura 2. Zona de estudio



La población total de la localidad es de 620 habitantes (INEGI, 2010), sin embargo, de un conteo físico realizado en 2017 se encontró que la población es de 558 personas, donde los niños y las niñas representan el 16.6% (Palma, 2017).

Las fuentes cercanas de agua son la presa derivadora La Esperanza de uso agrícola, así como un afluente del río Actopan denominado río Topiltepec. En infraestructura de alcantarillado, desde el año 2013 se tiene un sistema de tratamiento de aguas residuales, misma que se deposita en un tanque receptor de aproximadamente 15 m³ (Marín-Muñiz, 2016), localizado en terrenos aledaños al río Topiltepec. Este tanque receptor no es suficiente para el volumen de aguas residuales generado por la población, el tanque se derrama y genera un escurrimiento hacia el río.

En educación, se registraron 130 analfabetos de 15 y más años y 9 de los jóvenes entre 6 y 14 años no asisten a la escuela (Nuestro México, 2018). Para el periodo actual, están inscritos en la escuela primaria 45 alumnos. La infraestructura de educación es un jardín de niños y una escuela primaria. Para la educación secundaria, preparatoria y superior los estudiantes salen a comunidades aledañas.

En aspectos ambientales la localidad es participativa, ha sido sede de ferias de ciencia abiertas a todo público y con la participación de localidades aledañas. Asimismo, en otro proyecto científico, se construyó un humedal artificial para tratar las aguas residuales de origen público urbano.

METODOLOGÍA

En el estudio se combinan aspectos cualitativos y cuantitativos con motivo de analizar la información resultado de la opinión que tienen los niños de educación primaria con respecto a las ecotecnologías. Como técnicas se utilizaron el cuestionario, la observación participante y directa, cartas descriptivas, análisis estadístico y la elaboración de un manual. El estudio se realizó en varias etapas:

- Los talleres fueron previamente diseñados de acuerdo con la metodología del Manual del promotor y educador ambiental para el desarrollo sustentable (Esteva y Reyes, 1998; Zitácuaro y Marín-Muñiz, 2018) con base en el enfoque constructivista. Antes de los talleres y como actividad rompe hielo se inició con una actividad fotográfica en temas ambientales relacionados con el agua con base en una educación afectiva, con la intención de que los niños y las niñas a través de juegos y trabajo en conjunto, como técnicas educativas, incorporen contenidos ambientales, así como utilizar metodologías más cooperativas en la enseñanza (Franco, 1988; García y Torrego, 2014). Para operar los talleres se realizaron cartas descriptivas.
- Asimismo, previo a los talleres y para iniciar con el conocimiento de las ecotecnologías y fomentar el aprendizaje social, se participó en una feria de ciencias en la comunidad donde se realizaron diferentes actividades, entre ellas se presentó un stand de ecotecnologías.

Los talleres realizados fueron:

1) Taller de sensibilización “Soy parte del problema y de la solución”, donde a través del video “Fluvi te enseña a cuidar el agua y el ciclo del agua” (Gallardo, 2012) y de la canción “Reducir, reutilizar y reciclar” (Somosloscolados, 2010). Los niños y las niñas realizaron un recordatorio de algunas técnicas diarias para cuidar el agua, así como de los principales componentes del ciclo del agua como es la lluvia, el escurrimiento, la precolación, la evaporación y la transpiración de las plantas. Con este material también se realizó un recordatorio de la problemática del agua y las acciones para su buen uso. Asimismo, a través de la canción “Dónde jugarán los niños” (OficialMana, 2016), se vieron algunas de las consecuencias. La canción describe como cuenta el abuelo que existía un cielo muy azul, río transparente y sin olor donde abundaban peces.

Que el tiempo pasó y el abuelo ya murió y se pregunta después de tanta destrucción “¿dónde diablos jugarán los pobres niños?, ¡se está pudriendo el mundo! ¡ya no hay lugar! La tierra está a punto de partirse en dos, el cielo ya se ha roto, se ha roto en llanto gris y la mar vomita ríos de aceite sin cesar ¡ya no hay lugar!” (OficialMana, 2016).

Al final de cada video se realizaron preguntas referentes a los temas de los videos, mismas que los niños y las niñas contestaron en forma voluntaria. Se recurrió a la capacidad de los niños de la edad de educación primaria para pensar de manera lógica desde los siete años (Papalia *et al.*, 1984), así como la capacidad intelectual de conservar cantidades numéricas y materiales (Navarro *et al.*, 2011) por otra parte, deben tener la capacidad de conocer situaciones reales de vida y el conocimiento de la región (Dieleman, y Juárez, 2008), así como del enfoque constructivista y el aprendizaje reflexivo (Piaget, 1991; Meece, 2000).

- 2) “Taller de inducción al uso de ecotecnologías para el cuidado del agua”. En ausencia de material especial sobre ecotecnologías para niños, para exponer las ecotecnologías seleccionadas para el buen uso del agua como es: captación de agua de lluvia, filtro casero, baño seco y riego por goteo en jardines y traspatios. Se realizó una presentación con material gráfico y fotografías demostrativas, la actividad se reforzó con la elaboración de un folleto de consulta y un taller de elaboración de maquetas de las ecotecnologías donde se invitó a participar a las madres de familia o una persona adulta por proyecto.

Como instrumento de medición para evaluar la percepción se diseñó un cuestionario, mismo que se aplicó a 44 niños de la escuela José María Morelos y Pavón (JMMP) de la localidad de Pastorías, Actopan. El cuestionario utilizado está constituido por tres secciones; 1) Identificación de ecotecnologías; consta de seis incisos en los cuales los niños y las niñas identificaron cuáles técnicas eran ecotecnologías y cuáles no. Se realizó un análisis de frecuencias a la cuál

con el sistema IBM SPSS Statistics, se realizaron pruebas de normalidad de los datos con la prueba de Kolmogorov-Sminov y se calcularon diferencias significativas con el método de Mann-Whitney, 2) Ventajas y desventajas de las ecotecnologías; constituye cinco cuestionamientos en forma de escala de Likert donde se captó la actitud de los niños y las niñas ante las ecotecnologías de acuerdo con las ventajas o desventajas para el ahorro del agua o bien era neutral su postura y 3) Aceptación de las ecotecnologías; en esta sección mediante dos preguntas abiertas se analizó la preferencia de las

ecotecnologías y su aceptación al responder si sería de su agrado construir una en casa, esto mediante una escala de Likert. Para evaluar la información es pertinente agrupar numéricamente los datos obtenidos en forma verbal para poder procesarlos (Malave, 2007; Hernández *et al.*, 1991). Asimismo, Malave (2007) comenta que los cuestionarios tipo escala de Likert son adecuados para aplicarse en variables que miden actitudes, como es el caso del presente estudio donde se evaluó la percepción que tienen los niños de educación primaria sobre las ecotecnologías para el buen uso del agua.

- En la tercera sección donde se resolvieron dos preguntas abiertas se recopiló información sobre la preferencia de alguna ecotecnología y la disposición para construir una en casa, esto de contar los recursos necesarios. La información se caracterizó mediante una codificación de textos.

RESULTADOS

En la elaboración de los talleres fue importante la observación participativa y directa para analizar la participación de los niños y las niñas. En el “Taller de sensibilización Soy parte del problema y de la solución” pudo observarse, que ambos relacionan la problemática con el entorno y detectan las acciones de un mal uso del agua y sus consecuencias como es la generación de contaminantes y falta de infraestructura para la solución.

Del instrumento de medición se obtienen tres resultados importantes. En primer lugar, del análisis de las ecotecnologías lograron identificarlas arriba de un 90% en casos del buen uso del agua. Un 75 % de los niños identificaron al humedal como una ecotecnología para el saneamiento y en el caso específico de una acción que no fue ecotecnología hubo confusión y el 59 % de los niños y las niñas mencionaron que si lo era (Tabla 2). Del análisis realizado con pruebas no paramétricas y la función de Mann-Whitney utilizando una $P < 0.01$, no se observaron diferencias significativas por lo que podemos concluir que identifican sin problema las ecotecnologías. El resultado es satisfactorio si se considera que carecían de información sobre estos sistemas alternativos previos al estudio. En esta fase también puede observarse que la captación de agua de lluvia es la técnica que fue atractiva y con mayor recepción. La segunda etapa consistió en analizar la percepción que tienen los niños y las niñas con respecto a las ventajas

de las ecotecnologías (Tabla 3). No hubo problema en identificar las ventajas que proporcionan las ecotecnologías para el buen uso del agua, incluso, llegaron a conocer bien cuáles son esas ventajas, como ejemplo, en captación de agua de lluvias responden bien al planteamiento de cuál sería el uso que podría darse al agua de captación.

En la tercera fase, con preguntas abiertas se analizaron las ecotecnologías de preferencia de los niños y las niñas, con una participación del 82%, resultó en primer lugar la captación de agua de lluvia, situación que pudo comprobarse realizar proyectos a nivel maqueta, actividad aplicada en conjunto con los padres de familia (Figura 3).

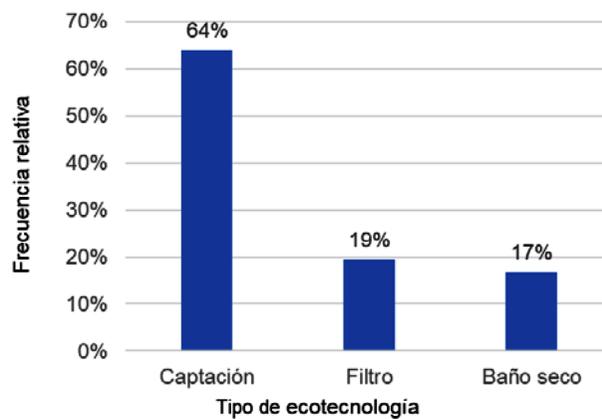
Tabla 2. Identificación de las ecotecnologías por los niños de educación primaria de Pastorías, Actopan, Veracruz. Las letras señalan valores que difieren significativamente entre filas (Mann-Whitney con $P < 0.01$)

	Identifica	No identifica
	Porcentaje	
Captación de agua de lluvia	100	
Riego por goteo	91 ^a	^b
Humedal artificial	75 ^a	25 ^b
Filtro casero	98 ^a	2 ^b
Usar vaso para lavarse los dientes	59 ^a	41 ^b
Baño seco	93 ^a	7 ^b

Tabla 3. Percepción de los niños de educación primaria de Pastorías, Actopan sobre las ventajas de las ecotecnologías. Las letras señalan valores que difieren significativamente entre filas (Mann-Whitney con $P < 0.01$).

	Muy de acuerdo	Neutral	En desacuerdo
	Porcentaje		
Ayudan al buen uso del agua	92.5 ^a	7.5 ^b	
Eliminan contaminantes	75.6 ^a	12.2 ^b	12.2 ^b
Se hacen con pocos recursos económicos	54.8 ^a	26.2 ^b	19.0 ^c
Son amigables con el medio ambiente	90.7 ^a	7 ^b	2.3 ^b
Se pueden realizar en casa o en la escuela	93.0 ^a	2.3 ^b	5 ^b

Figura 3. Preferencia en la elección de ecotecnologías



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las ecotecnologías son un medio sencillo, económico, fácil de construir y viable para mejorar el uso de los recursos naturales, entre ellos el agua. Su uso se ha relacionado más con zonas rurales. En el sitio de estudio se detectó factor de éxito en el aprendizaje, el cual se respaldó y orientó a las capacidades y características de desarrollo que tienen los niños y las niñas en la edad de los 7 a los 12 años. Con bases teóricas y de aprendizaje reflexivo. Con el apoyo de la observación participante, se detectó que los estudiantes de acuerdo con sus capacidades de entender procesos lógicos y situaciones reales de vida entendieron las ecotecnologías y sus ventajas en el buen uso del agua. Demostraron conocer la relación del aprendizaje con lo que pasa en el entorno, por lo que detectaron que las acciones del mal uso del agua tienen consecuencias de contaminación y escasez del líquido. Detectaron que de no realizar las acciones correctivas en el uso del agua se está contribuyendo al deterioro del medio ambiente en general, esto hace referencia a que los niños y las niñas pueden adquirir conocimiento de la realidad con sentido globalizador.

Con los talleres, principalmente con el de ecotecnologías, se les facilitó elementos para que en un futuro tengan la libertad de decidir su forma de abastecerse de algunos servicios básicos, como es el agua y el saneamiento básico por medio de ecotecnologías. Información que de acuerdo con los programas de estudio, no se les proporciona.

Una recomendación es que, las actividades de reforzamiento deberán continuar a través de las ferias de ciencias en espera de que en algún momento sea una realidad que el aprendizaje reflexivo se refuerce a través de las experiencias y las interpretaciones que los niños tengan con base en la información que ya poseen, elemento importante en materia de educación. Observar conductas exitosas e interactuar en forma propositiva con el ambiente también será un factor importante, por lo que se recomienda que en las ferias de ciencias se presenten proyectos de éxito sobre uso de ecotecnologías.

Resultó gratificante documentar que ahora los niños y las niñas hablan de ecotecnologías y de proyectos de captación de agua de lluvias, como la iniciativa de mayor impacto en la población de estudio. A través de la observación directa del impacto de los talleres en el aprendizaje de los niños y las niñas, pudo tenerse la evidencia de que ahora ellos hicieron parte de sus temas el valor social del uso de las ecotecnologías. Es recomendación también, que una vez que la ecotecnología de captación de agua de lluvia fue la de mayor interés, se pudieran realizar estudios de la variación de la precipitación media anual y de la implementación de los sistemas a escala de comunidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Conagua (Comisión Nacional del Agua) (2017). Manual de operación y procedimientos 2017. Programa para la Sostenibilidad de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento en Comunidades Rurales (PROSSAPYS IV). México. Gobierno de la República.
- Conagua-IMTA (Comisión Nacional del Agua-Instituto Mexicano de Tecnología del Agua) (2013). Proyecto: Verificación de la sostenibilidad de los servicios proporcionados dentro del marco del programa para la sostenibilidad de los servicios de agua potable y saneamiento en comunidades rurales (PROSSAPYS), durante el periodo 2008-2011. México. Gobierno de la República.
- Conagua (Comisión Nacional el Agua) (2016). Reglas de Operación para los Programas de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento y Tratamiento de Aguas Residuales a cargo de la Comisión Nacional del Agua. México. Gobierno de la República.
- Conanp (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas) (2017). Arranca proyecto ambiental. "Ecochavos". Recuperado de http://www.conanp.gob.mx/difusion/comunicado.php?id_subcontenido=736.

- Daros, William (2009). *Teoría Del Aprendizaje Reflexivo*. Argentina. I RICE.
- Dieleman, Hans y Juárez-Nájera, Margarita (2008). “¿Cómo se puede diseñar educación para la sustentabilidad?”. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. México. 24 (3): 131-147.
- Esteva, Joaquín y Reyes, Javier (1998). *Manual del promotor y educador ambiental para el desarrollo sustentable*. México. Gobierno de la República.
- Espejel, Adelina y Castillo, María Isabel (2008). “Educación ambiental para el nivel medio superior: propuesta y evaluación”. *Revista Iberoamericana de Educación*. 46 (2): 2-11.
- Gallardo, Elian (2012). *Fluvi te enseña a cuidar el agua*. Recuperado de <https://www.youtube.com/channel/UChd-gkRiZPFPPY7rtZWwOwgkA>.
- Franco, Teresa (1988). *Vida afectiva y Educación Infantil*. Narcea. España. NARCEA
- Freire, Paulo (2005). *Pedagogía del oprimido*. México. Siglo XXI.
- García, Rodrigo y Torregro Juan (2014). “Building affection and moral in school: A problem not of didactic strategy but of critic compromise”. *Cultura y Educación*. 8 (3): 31-36.
- Hernández, Roberto; Fernández, Carlos y Baptista, María del Pilar (1991). *Metodología de la investigación*. México. Mc Graw Hill.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) (2010). *Censo de Población y vivienda 2010*. México. Gobierno de la República.
- Leff, Enrique (1998). *Saber ambiental, sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder*. México. Siglo XXI.
- Malave, Nestor (2007). *Modelo para enfoques de investigación acción participativa programas nacionales de formación*. Escala tipo Likert. Venezuela. Recuperado de <http://uptparia.edu.ve/documentos/F%20C3%20ADsico%20de%20Escala%20Likert.pdf>
- Marín-Muñiz, José Luis (2016). “Remoción de contaminantes de aguas residuales por medio de humedales artificiales establecidos en el municipio de Actopan, Veracruz, México”. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*. 15(2): 553-563.
- Meece, Judith (2000). *Desarrollo del niño y del adolescente compendio para educadores*. México. Mc Graw Hill.
- Mora, Araceli (2013). *Hacia una cultura sustentable del agua en la población adulta del municipio de Naolinco, Veracruz*. (Tesis Maestría). Instituto de Investigaciones en Educación. Universidad Veracruzana. Veracruz.

- Noguera, Enrique (2010). Sostenibilidad y educación infantil: un estudio de caso para promover la sensibilización socio-ambiental en la primera etapa de la escolarización. Reporte técnico. Universidad de Valencia. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/en/ceneam/recursos/documentos/Peribanez_tcm38-168011.pdf.
- Nuestro México (2018). San José Pastorías. Recuperado de <http://www.nuestro-mexico.com/Veracruz-de-Ignacio-de-la-Llave/Actopan/Pastorias-Pastorias-San-Jose/>.
- OficialMana, (2016). Dónde jugarán los niños. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=KNo2o_TJF0I&list=PLGTWUGCgXiDx4qERAkz65JSIJSnVuGTq3&index=5. [10 octubre 2018].
- ONU (Organización de las Naciones Unidas) (2015). Resolución A/RES/70/1 Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Recuperado de <http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/RES/70/1>.
- Padilla, Lilia Susana y Luna, Ana Maria (2003). "Percepción y conocimiento ambiental en la costa de Quintana Roo: una caracterización a través de encuestas". Boletín del Instituto de Geografía. 52: 99-116.
- Palma, Esther (2017). Limitantes y estrategias para el uso y adopción de humedales construidos en el tratamiento de aguas residuales: estudio de caso en Pastorías, Actopan, Veracruz. (Tesis de Maestría). El Colegio de Veracruz. Veracruz.
- Papalia, Diane; Wendkos, Sally y Duskin Ruth (1984). Desarrollo Humano. México. Mc Graw Hill.
- GobiernodelestadodeVeracruz(2019).PlanVeracruzanodeDesarrollo2019-2024.México.GobiernodelestadodeVeracruz.
- Navarro, Ignasi; González, Carlota y Pérez Neli (2011). Desarrollo Cognitivo entre los 6 y los 12 años. In. Pérez, Neli y Navarro, Ignasi. (Coord). 2011. Psicología del Desarrollo Humano: del Nacimiento a la Vejez. España. Club Universitario.
- Piaget, Jean (1991). Seis estudios de psicología. España. Labor.
- Ponce, Mauricio y Vega, Giovanni (2009). "Evaluación de la Educación Ambiental en la Enseñanza Secundaria Municipal de Talca, Chile". NEUMA. Año 2: 202-217.
- Rodríguez, Fabiola (2016). "México y la Agenda para el Desarrollo Sostenible 2030 de la ONU". l'Observatoire des Amériques. 16 (1): 2-10.
- Ruiz, Meri Rocío y Pérez, Eliana Sofía (2014). "Educación ambiental en niños y niñas de instituciones educativas oficiales del distrito de Santa Marta". Zona Próxima. Julio-Diciembre (21): 52-64.
- Sampedro, Yolanda y García, Javir (2009). Educación ambiental investigando sobre la práctica. Un viaje por la educación ambiental en las entidades locales. España. Organismo Autónomo de Parques Nacionales.

Savater, Fernando (1997). El valor de educar. España. Ariel.

Somosloscolados (2010). Reducir, Reutilizar y Reciclar. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=gKB_7MUPxT4.

Teitelbaum, Alejandro (1978). El papel de la educación ambiental en América Latina. Francia. ONU.

UVI (Universidad Veracruzana Intercultural. Recuperado de <https://www.uv.mx/uvi/>.

Vásquez, Saulo (2011). Resumen Programa Niños Emprendedores “Arriba Los Niños”. México. Fundación Proempleo.

Zamorano, Benito; Parra Victor; Peña, Fabiola; Castillo Yolanda y Vargas, José Ignacio (2009). “Percepción Ambiental en Estudiantes de Secundaria”. Actualidades Investigativas en Educación. 9 (3): 1-19.

Zitácuaro, Irma. y Marín-Muñiz, José Luis (2018). Educación sobre el Cuidado del Agua con Ecotecnologías: Pastorías, Veracruz. In: Hernández, C. N., Ruelas, M. L. C. y Nava-Tablada., M. E. Sustentabilidad del Desarrollo Desafíos y Propuestas. SEV. México. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/328780933_Sustentabilidad_del_desarrollo_desafios_y_propuestas





**ESTRATEGIAS DE EDUCACIÓN AMBIENTAL
SOBRE ECOTECNOLOGÍAS CON ESTUDIANTES DE
UNIVERSIDAD EN HUATUSCO, VERACRUZ, MÉXICO**

ESTRATEGIAS DE EDUCACIÓN AMBIENTAL SOBRE ECOTECNOLOGÍAS CON ESTUDIANTES DE UNIVERSIDAD EN HUATUSCO, VERACRUZ, MÉXICO

MONSERRAT VIDAL ÁLVAREZ

RESUMEN

En México se trata el 35% de las aguas residuales, la mayoría del agua contaminada llega a ríos, lagos y zonas costeras. Resulta urgente tratarlas para evitar contaminación. La falta de sistemas de tratamiento de agua alude a los altos costos que requieren, un ejemplo se vive en el municipio de Huatusco, Veracruz, donde cruzan más de 5 ríos contaminados principalmente por actividades urbanas y agrícolas; excesiva fertilización, aplicación de pesticidas/herbicidas que ponen en riesgo la disponibilidad de agua para consumo humano, y genera diversos impactos socio-ambientales. Por lo anterior resulta pertinente buscar alternativas ecológica y económicamente viables que solucionen esta problemática. En México, la educación ambiental (EA) es un concepto en construcción, que ha tomado fuerza recientemente, en este trabajo la EA se consideró como herramienta en el contexto universitario para que los jóvenes adquieran conocimientos, modifiquen comportamientos, despierten conciencia crítica y desarrollen habilidades para tomar decisiones de aprovechamiento integrado de sus recursos hídricos, y solucionar problemas de agua comunitarios, y propiciar la transformación socioecológica. El objetivo principal fue diseñar estrategias de EA para aplicar eco-tecnologías para el buen uso

y tratamiento del agua a partir de la percepción de universitarios sobre la contaminación del agua en Huatusco, Veracruz, México. Dentro de los principales resultados se encontró que los humedales construidos (HC) fueron percibidos como excelente opción para dar tratamiento a las descargas de agua residual doméstica y agropecuaria. Fomentar la forma en que los HC deben ser diseñados y operados es una tarea que se trabaja en conjunto.

INTRODUCCIÓN

El agua es esencial para la vida. La capacidad de tener acceso a este recurso y de proteger eficazmente la vida y bienes materiales contra los riesgos relacionados con el agua (inundaciones, sequías, escurrimiento, hundimientos del terreno y otras repercusiones hidrológicas) entendida como seguridad hídrica resulta una preocupación creciente y de relevante urgencia a tratar en vista del crecimiento demográfico, la expansión urbana desenfrenada, los grandes cambios en los usos del suelo, la degradación de la calidad del agua y la falta de tratamientos eficientes de la misma (CONAGUA, 2014; IMTA, 2016). La Organización de las Naciones Unidas (ONU) reportó que la calidad del agua en México

se encuentra en un estado crítico, ya que ocupa el lugar 106 de una lista de 122 países que más enfrentan esta problemática (Cruz y Escobar, 2006). La contaminación del agua en México, se ha incrementado debido a que existe un manejo inadecuado de las descargas residuales y al ineficiente tratamiento que se les da a las mismas, estas problemáticas repercuten de manera importante en la subsistencia de los ecosistemas, en la salud de los habitantes y en las actividades productivas que hacen uso de este vital recurso. Tal es el caso del municipio de Huatusco en el estado de Veracruz, el cual pertenece a la subcuenca alta del río Jamapa, por donde atraviesan 7 ríos que abastecen de agua a las co-

munidades cercanas que la utilizan para consumo humano, actividades agropecuarias y agroindustriales. Aunado al crecimiento poblacional, al mal uso del agua, las descargas de aguas residuales domésticas y de beneficios de café de la zona, así como la falta de tratamiento de la misma; la contaminación de estos ríos se ha incrementado de manera importante en los últimos años (Huerta, 2013; Olvera, 2015). En este sentido, es común que seguido se observen notas periodísticas sobre la falta de abastecimiento del agua en algunas colonias del municipio; tuberías dañadas, y en algunas ocasiones problemas de salud por ingerir agua contaminada (Hernández P., 2016, Ambrosio, 2016).

Por estas razones, es de suma importancia la implementación de programas que apunten a la protección del medio ambiente natural, la conservación de los recursos hídricos y su eficiente gestión. Para lograrlo se requiere contribuir de forma significativa en la comprensión y manejo de la calidad del agua a través del apoyo a la mejora de la gobernanza, planeación y uso eficiente de los recursos hídricos.

Por otro lado, la sustentabilidad de México es posiblemente el mayor desafío que enfrenta nuestro país hoy en día. Para lograrlo, es necesaria una estrategia integral de educación y de comunicación que fomente los conocimientos, valores y actitudes de responsabilidad y respeto necesarios para garantizar la salud ambiental en nuestro entorno. No obstante, en los últimos años, en los cuales la escasez de agua dulce aumenta y se han presentado con mayor frecuencia

desastres naturales donde juega un papel importante este vital líquido, se observa una reorientación en la forma como se trata este tema; cada vez con mayor frecuencia se aborda el problema desde una perspectiva más integral, en la cual el enfoque de cuenca y el análisis de la problemática del agua en el ámbito regional permite una mayor profundidad y pertinencia a la labor de concientización (SEMARNAT, 2006); aunado a ello, es de suma importancia recurrir a un cambio de movilización de voluntad social y cambios en el comportamiento para guiar las decisiones en torno a la gestión del agua (WWC, 2000, CECADESU, 2006).

Especialmente, debemos centrar nuestros esfuerzos de concientización y educación en los jóvenes, quienes hoy en día se están formando para asumir las responsabilidades de liderazgo a muy corto plazo y tendrán que emprender acciones decisivas para conducir a México



hacia una mejor calidad de vida para todos (Marcén 2003). En este sentido, la trascendencia de las acciones educativas en la escuela se apoya en la mejora de la percepción y de los comportamientos de la situación problemática que se plantea, para que estos aprendizajes ayuden a la mejora de dicha situación. Esto sucede así cuando las situaciones de aprendizaje permiten la explicitación de las ideas previas y el reconocimiento de hábitos, lo cual favorece la reestructuración de esas ideas y el cuestionamiento compartido de hábitos; con la consiguiente clarificación del sistema de valores a partir de la integración previa en redes conceptuales y la previsible modificación de actitudes. La secuencia de acciones ha de partir de una percepción global que permita identificar los rasgos de la situación, analizar las causas que la provocan, proponer acciones, a cometer éstas y valorar los resultados (Marcén, 2003).

La educación ambiental resulta imprescindible para lograr un cambio en la forma de relacionarse de las personas con su entorno, como forma de mejorar el uso y gestión de los recursos naturales y reducir los impactos al medio. Se trata de abordar una tarea educativa desde lo preventivo, lo que resulta más conveniente tanto en términos económicos como

medioambientales, tratando de promover un cambio de hábitos y actitudes cotidianas que se concreten en acciones ambientalmente adecuadas (Márquez, 2003).

Resolver problemáticas tan complejas, como es el caso del agua, implica entonces buscar un cambio de conducta y promover la utilización de nuevas prácticas de manejo de la misma. Para esto es necesario comprender el comportamiento de los actores involucrados y promover la concientización por medio de programas o acciones en educación ambiental (Soares *et al.*, 2005). De acuerdo a Vargas (1994), el análisis de las percepciones ambientales, resulta una herramienta sumamente útil para conocer las interpretaciones y los significados que fundamentan la elaboración de juicios en torno a las sensaciones obtenidas del ambiente. Es entonces, a través del conocimiento de las percepciones de los seres humanos, que es posible entender el significado de sus acciones y prácticas actuales. Así, éstas revelan sus intenciones futuras en relación con la toma de decisiones, las cuales en esta investigación se enfocan a favor de la calidad del agua. El estudio del proceso de percepciones facilita la comprensión de cómo y por qué están estructurados estos aspectos humanos (Benez *et al.*, 2010).

Por lo anterior, la presente investigación tuvo como objetivo identificar y analizar las percepciones de los estudiantes de universidad del municipio de Huatusco respecto a diversos aspectos en torno al agua en su comunidad. Dichas percepciones podrán servir para establecer las bases que puedan facilitar la inserción del sector educativo en acciones conjuntas a favor de una gestión adecuada del agua.

SITIO DE ESTUDIO

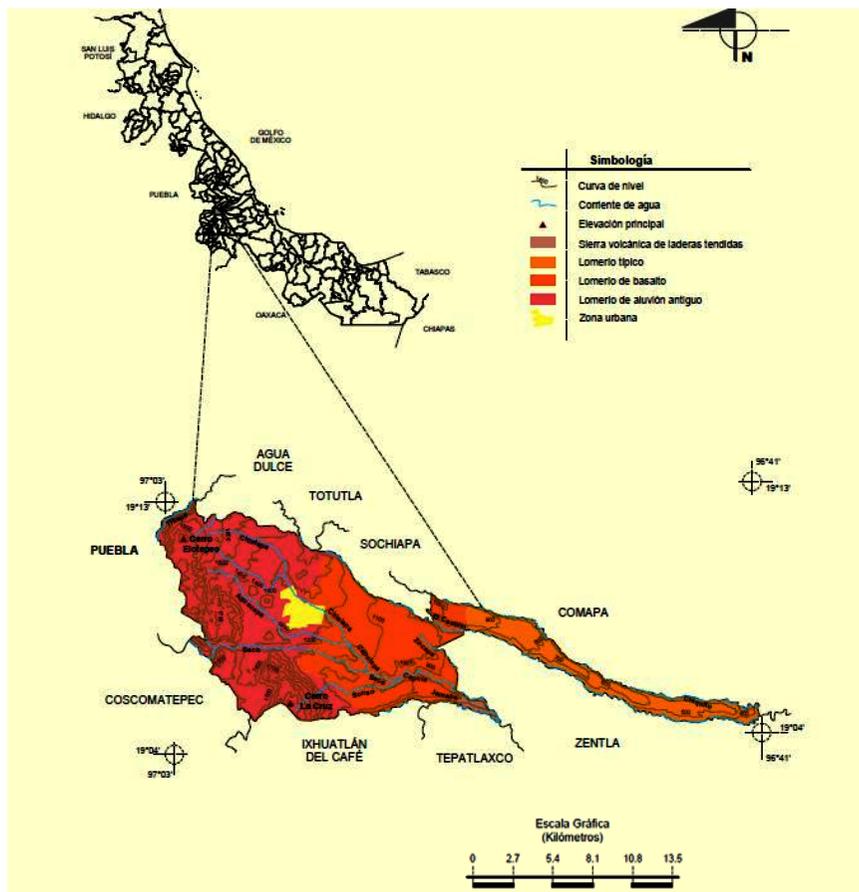
El municipio de Huatusco en el estado de Veracruz, se localiza geográficamente entre las coordenadas extremas del meridiano 96° 45` al 19° 13` de latitud norte. Su altitud promedio es de 1,344 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con los municipios de Tlaltetela y Sochiapa, al sur con Ixhuatlan del Café, Tepatlaxco y Zentla, al este con Comapa, al oeste con Calcahualco, al noroeste con el estado de Puebla y al sureste con Coscomatepec (Ver Mapa 1). El municipio de Huatusco cuenta con 54,561 habitantes (INEGI, 2010) dispersos en 82 localidades. Su clima es templado-húmedo-regular, con temperatura media anual de 19.1 °C y una precipitación de 1,825.5 milímetros. Tiene lluvias abundantes en verano, principios de otoño y con menor intensidad en invierno. Está situado en la zona central montañosa del estado, sobre las estribaciones de la Sierra Madre Oriental, su topografía es bastante accidentada, observándose barrancas y algunas alturas notables (H. ayuntamiento Huatusco, 2014).

ETAPAS DEL ESTUDIO

Para lograr el objetivo planteado, el estudio se dividió en 5 fases

1. Diseño de entrevista de percepción
2. Aplicación de entrevista
3. Análisis de resultados de la entrevista
4. Diseño y aplicación de estrategias de educación ambiental e investigación acción participativa
5. Evaluación y retroalimentación de los procesos de investigación acción participativa y educación ambiental.

Mapa 1. Ubicación geográfica y relieve del municipio de Huatusco, Veracruz.



Fuente: Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Huatusco, Veracruz de Ignacio de la Llave Clave geoestadística 30071. 2009. INEGI. Marco Geoestadístico Municipal 2005, versión 3.1. INEGI. Información Topográfica Digital Escala 1:250 000 serie III. INEGI. Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de la Carta Fisiográfica 1:1000 000, serie I. INEGI-CONAGUA. 2007. Mapa de la Red Hidrográfica Digital de México escala 1:250 000. México.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos cualitativos se analizaron mediante un análisis de triangulación y los datos cuantitativos de la escala tipo Likert se analizaron con SPSS con el método de consistencia interna basado en el alfa de Cronbach, el cual permite estimar la fiabilidad de un instrumento de medida a través de un conjunto de ítems que se espera que midan el mismo constructo o dimensión teórica. La validez de un instrumento se refiere al grado en que el instrumento mide aquello que pretende medir. Y la fiabilidad de la consistencia interna del instrumento se puede estimar con el alfa de Cronbach. La medida de la fiabilidad mediante el alfa de Cronbach asume que los ítems (medidos en escala tipo Likert) miden un mismo constructo y que están altamente correlacionados (Welch y Comer, 1988).

RESULTADOS

Primera fase. La percepción está considerada como uno de los principales procesos hacia la conformación de una conciencia ambiental, se puede utilizar como una herramienta para fomentar una interacción más cercana, analítica y responsable de los individuos con su entorno. En este sentido, en el entorno escolar se puede dar una transformación socio-ecológica desde un proceso continuo y dinámico en donde además de la construcción de conocimientos y habilidades, se conozca y analice la percepción y acción que tienen los estudiantes de su entorno ambiental. Por lo anterior, se diseñó una entrevista semiestructurada de 46 reactivos integrada por preguntas abiertas, de escala de Likert y de opción múltiple. Cabe señalar que en el presente texto sólo se documentan los resultados más relevantes. Los reactivos de la entrevista se clasificaron en los siguientes temas:

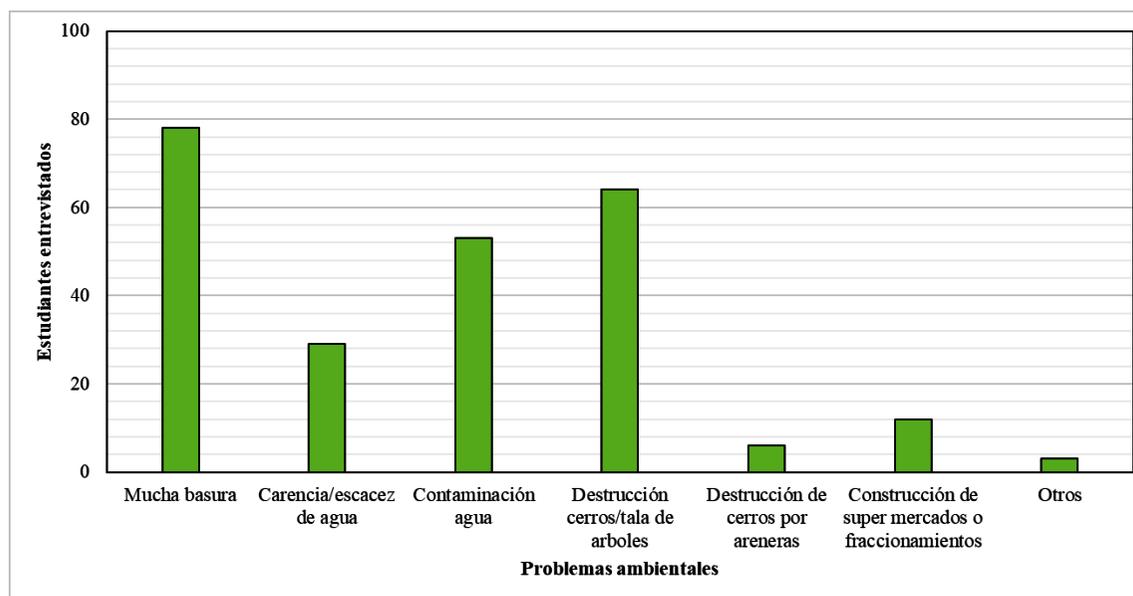
- Problemáticas ambientales de Huatusco
- Disponibilidad y abastecimiento del agua
- Calidad y contaminación del agua
- Tratamiento del agua
- Uso de biotecnologías para el tratamiento del agua

Segunda fase. La entrevista se aplicó a 100 estudiantes de educación superior (universidad) en su centro educativo, el tiempo de respuesta de dicho instrumento fue aproximadamente de 40 minutos. Cabe señalar que todos los estudiantes que se entrevistaron pertenecían a diferentes semestres de la carrera de Ingeniería Ambiental. A continuación, se muestran algunos resultados de las encuestas.

Tercera fase. Del total de entrevistados, el 63% fueron mujeres y el resto hombres. Se les preguntó a los estudiantes ¿Cuáles consideraban que eran los principales problemas ambientales en el municipio de Huatusco?, y podían señalar más de una opción, como se muestra en el gráfico 1, el principal problema detectado fue la basura, seguido

por la destrucción de cerros y tala de árboles, así como la contaminación del agua. Por otro lado, en “otros” problemas ambientales los estudiantes mencionaron problemas como la presencia de plagas en cultivos de café, contaminación por trapiches, quema de basura y corrupción por parte de autoridades municipales.

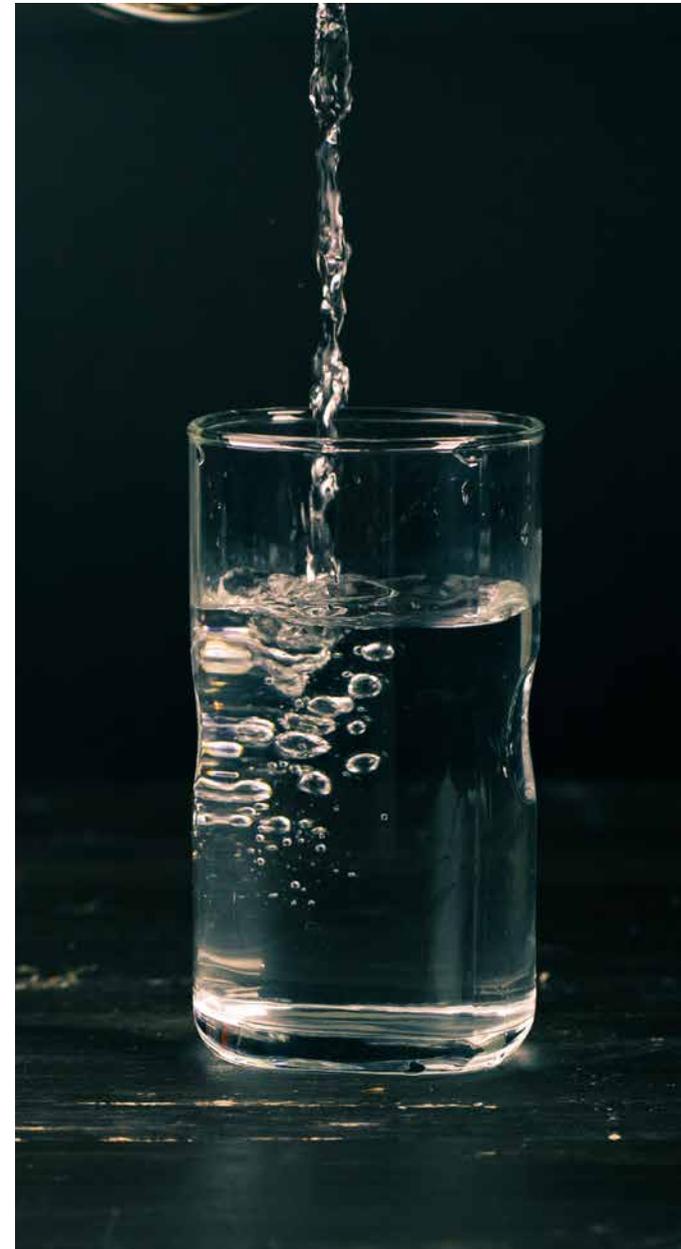
Gráfico 1. Problemáticas ambientales detectadas en el municipio de Huatusco por estudiantes de universidad.



Uno de los aspectos más importantes a estudiar era si los estudiantes conocían el derecho humano al agua, el cual ha sido reconocido internacionalmente a través de la Observación General #15 emitida por la Asamblea General de las Naciones Unidas. En dicha observación se consagran los principios básicos a respetar por los Estados para el efectivo cumplimiento de éste, estableciendo cuales serían las condiciones idóneas para su debida observancia y aplicación; dentro de estos principios se contempló que el derecho al agua potable y el saneamiento son derechos esenciales para un acceso efectivo a otros derechos fundamentales, como son el derecho a una vida digna y el derecho a un medio ambiente sano; convirtiendo de esta manera, el derecho al agua en un elemento fundamental para

la efectiva protección de todos los derechos humanos. En este sentido, una de las preguntas de la entrevista fue si conocían el derecho humano al agua; el 77% de los estudiantes respondieron afirmativamente a este cuestionamiento. Si bien es cierto que este derecho se encuentra previsto en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y en diversos tratados internacionales de los que México es parte, los cuales constituyen un amplio marco de reconocimiento y protección convencional del mismo; así como que la CNDH pone a disposición del público estos referentes en relación al derecho humano al agua y al saneamiento a fin de promover un debate informado en el marco del proceso legislativo de la Ley General de Aguas para que el instrumento normativo resultante observe los estándares internacionales, así como los principios y parámetros establecidos por el artículo 1º Constitucional, en particular los relativos a la universalidad,

interdependencia, indivisibilidad y progresividad de los derechos humanos (CNDH, 2016); también es cierto que desde que fue publicada (DOF del 8 de febrero de 2012) la reforma constitucional sobre el derecho humano al agua, aun no se ha adoptado la legislación secundaria que lo desarrolle normativamente y continúa vigente la Ley de Aguas Nacionales, que no cuenta con una perspectiva del derecho humano al agua, pues su objetivo es la regulación administrativa de las concesiones del recurso. De acuerdo a Tello (2016), esto ha provocado que el derecho al agua se siga percibiendo como un derecho ajeno a nuestro sistema jurídico, ya que, a pesar de existir ejercicios ejemplares para la protección del derecho, la realidad social presenta su incumplimiento sistemático a lo largo de todo el territorio nacional. Así mismo, la percepción de la población en cuanto al acceso al agua continúa siendo ajena a la concepción de un derecho humano y la continuidad



de la normatividad administrativa vigente en la Ley de Aguas Nacionales es la regla prevaleciente, dejando fuera del acceso al recurso en condiciones adecuadas a millones de personas en todo el territorio nacional.

La tabla 1 muestra qué tan informados se sienten los estudiantes en diferentes tópicos de carácter ambiental. Los estudiantes, se mostraron mayormente informados, respecto a casi todos los temas excepto sobre los impactos en el agua por el uso de agro combustibles, donde el 65% indicó sentirse poco informado, mientras que acerca de los impactos en el agua por el uso de plaguicidas, solo el 45% de los jóvenes también se reconoció poco informado.

*Tabla 1. Percepción de estudiantes acerca de información sobre tópicos ambientales
Escala de Likert: Muy informado (+), poco informado (~), nada informado (-).*

Tópicos ambientales	Escala de Likert Respuesta (%)		
	+	~	---
a) Impactos ambientales por la construcción de carreteras	70	25	5
b) Uso ineficiente del agua	85	15	0
c) Contaminación del agua	100	0	0
d) Impactos ambientales de descargas de aguas residuales	85	15	0
e) Impactos en el agua por uso de agro-combustibles	15	65	20
f) Impactos en el agua por uso de plaguicidas	45	45	10
g) Productos y servicios ambientalmente amigables	67	28	5
h) Sistemas de tratamiento de aguas residuales	70	30	0
i) Reutilización del agua	80	15	5

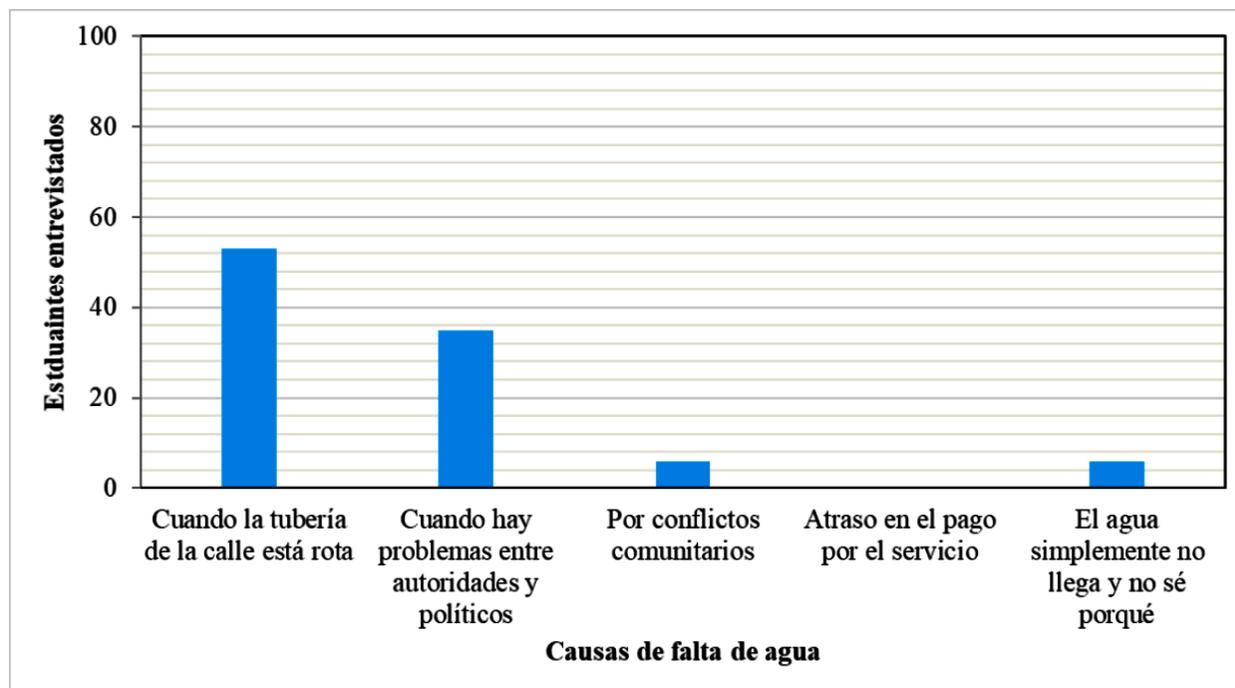


En consecuencia, con estos resultados, la falta de tratamiento de aguas residuales y recordando que en los recorridos de campo se detectaron algunas descargas irregulares que se vertían directamente al río, es urgente y necesaria la información pertinente y adecuada en diversos sectores de la población de Huatusco, involucrar a los diversos actores y usuarios es un factor determinante para garantizar el éxito de un programa de educación ambiental local y resolver la problemática de la calidad del agua de los ríos que atraviesan por el municipio y que esto repercuta en acciones conjuntas a favor de un bien común.

Es importante que las autoridades locales también conozcan las diversas formas de atacar los problemas del tratamiento a las altas cargas de agua residual, como lo son las lagunas de estabilización, humedales construidos o artificiales, así como los sistemas convencionales, como los de lodos activados y reactores, para que comparen eficiencias, costos, y requerimientos a corto y largo plazo, por ejemplo; Hernández (2016) describió que la implementación de un humedal construido en Pinoltepec, Emiliano Zapata, Ver. para tratar 20 m³/día de agua residual solo requirió un costo de \$ 140, 000 y sin costo de operación gracias a la intervención comunitaria. Mientras que en el mismo estudio compararon con un sistema de lodos activados en Guerrero para un gasto de 1080 m³/día, para el cual la inversión fue de \$5, 965, 000, más casi \$40, 000 de gastos mensuales de operación y requerimientos de luz. Este tipo de información es necesario difundirlo, principalmente entre los tomadores de decisiones, para que estos consideren las ventajas del uso de eco tecnologías, como, por ejemplo, los humedales como sistemas de tratamiento.

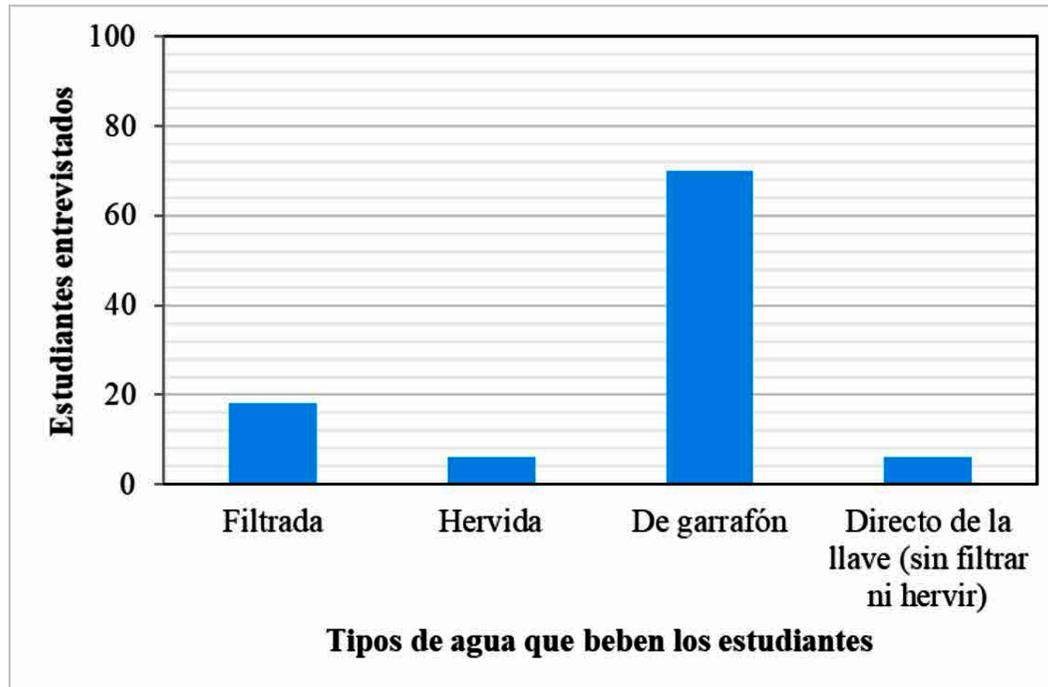
Los resultados de otra pregunta mostraron que la mayoría de los estudiantes consumen agua proveniente del servicio público y que se almacena en un tinaco (89 %), una minoría respondió que consumen agua de algún pozo (11%). Por otro lado, se les preguntó si faltaba el agua en sus hogares ¿a qué se debía? Aproximadamente un 50% de los estudiantes respondieron que, a tuberías rotas, seguido de problemáticas entre autoridades y políticos. Cabe señalar, que se han presentado diversas situaciones que han generado la falta de agua en los hogares de Huatusco, entre eventos climáticos, problemas de mantenimiento, y conflictos sociales, por ejemplo en el mes de junio del 2016 estalló una huelga de trabajadores de la Comisión Municipal del Agua y Saneamiento en el municipio de Huatusco, lo cual ocasionó diversos problemas de abastecimiento de agua en la comunidad, además se han presentado diversas fugas en las tuberías así como fracturas en las mismas, principalmente en temporada de lluvias.

Gráfico 2. Factores que afectan el abastecimiento de agua en el municipio de Huatusco.



Otra de las preguntas se refería a ¿cómo era el agua que bebían?, la mayoría respondió que provenía de un garrafón, sin embargo, aún hay estudiantes que filtran, hierven o toman el agua directo de la llave (Gráfico 3).

Gráfico 3. Tipo de agua que beben los estudiantes del municipio de Huatusco.



Estos resultados, demuestran que, para consumo humano, el agua es aún más vista como un producto que como un derecho. Dichos resultados no son aislados de la sociedad mexicana, ya que de acuerdo a una publicación de la fundación Río Arronte y el FCEA en el 2017 en el portal Agua.org.mx; el creciente consumo de agua embotellada en México es resultado entrelazado de tres cuestiones primordiales: la desconfianza de los ciudadanos respecto a la calidad del agua del grifo; un marco institucional que cede terreno ante la presión de las empresas multinacionales, y la enorme fuerza tanto mercadotécnica como política con que cuentan estas corporaciones embotelladoras. Tal es el caso, que, de acuerdo al último informe de *Kantar Worldpanel México* (2017), en cada hogar mexicano



se consumen en promedio cuatro litros de agua embotellada por día, al menos 80 garrafones al año y gastando 1, 358 pesos, convirtiendo al país en el mayor consumidor de Latinoamérica durante el año 2016.

Además, se les preguntó si estaban de acuerdo con pago por el servicio del agua, de los 100 estudiantes universitarios 52 respondieron que sí y 48 que no. Abiertamente se les preguntaba porque, a lo que se agruparon sus respuestas para el caso afirmativo, respondieron que sí estaban de acuerdo porque se necesitaban recursos para darle mantenimiento a las tuberías, y al tratamiento de potabilización, así como de aguas residuales. Por otro lado, quienes respondieron que no estaban de acuerdo dijeron que porque era un derecho de todos, que el agua debía ser gratis y que los recibos del agua llegan más altos que el consumo que realmente se hace. A este respecto, cabe señalar que el derecho humano al agua no implica que el agua debe suministrarse de manera gratuita, más de los 50 a 150 litros por persona al día que establece la Organización Mundial de la Salud. En este mismo sentido, se les preguntó a los jóvenes si conocían su consumo mensual de agua, a lo que más del 80% respondió que no y el resto no estaban seguros. Un análisis interesante sería consultar los recibos del consumo de agua de los hogares durante

un ciclo escolar, dicha información podría darnos un consumo real, además del gasto económico que representa para sus hogares.

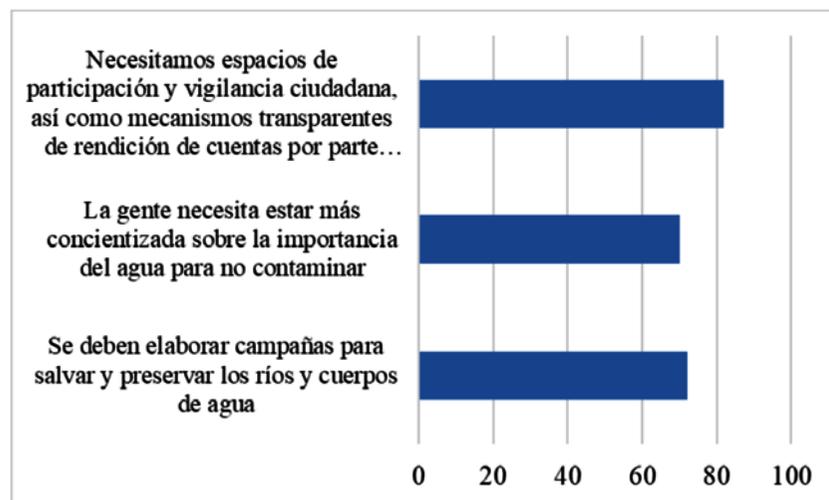
En México, un estudio de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) reveló que la calidad del agua se encuentra en un estado crítico, ya que ocupa el lugar 106 de una lista de 122 países que más enfrentan esta problemática (Cruz y Escobar, 2006). Algunos autores sugieren que el reto de mejorar una situación tan compleja requiere de un trabajo conjunto de las instancias de gobierno y de la población, pues además de involucrar cuestiones técnicas, implica buscar un cambio de conducta y promover la utilización de nuevas prácticas de manejo del agua. Para esto es necesario comprender el comportamiento de los actores involucrados y promover la concientización por medio de programas o acciones en educación ambiental (Mostert, 2003; Soares et al., 2005). La valoración de la calidad del agua es una construcción social que depende de los usos y valores atribuidos al líquido (WRI, 2000), los cuales, a su vez, influyen en la percepción de los usuarios. En este sentido, se les cuestionó a los estudiantes ¿Cómo valoraban la calidad del agua que consumían?, 60 de los entrevistados opinan que la calidad del agua que consumen es “normal”, 28 de ellos señalaron que es “buena” y 12 que el agua es “muy buena”. Con estos resultados se podría decir que los

estudiantes tienen una “buena opinión”, sin embargo, dichos resultados son un tanto contradictorios pues los estudiantes no tienen la confianza de beberla como se mostró en el apartado anterior, además de que otro de los problemas identificados por los jóvenes en el municipio de Huatusco fue la contaminación del agua. En este sentido, es notable que aún persista una gran incertidumbre sobre la calidad del agua que se consume. Es por ello que aunada a la responsabilidad gubernamental entorno a este tema, debe haber corresponsabilidad entre los usuarios, quienes deberíamos, por ejemplo, promover hábitos de aseo y limpieza de tinacos y cisternas; además, aprovechar que en la actualidad existen gran variedad de filtros y sistemas de purificación adaptables a las necesidades específicas de los hogares; de los cuales es importante difundir información, así como fomentar su uso.

En el gráfico 4, se muestran los resultados de la opinión de los estudiantes respecto a la contaminación del agua, se les dieron tres respuestas para elegir una o más: 1. Se deben elaborar campañas para salvar y preservar los ríos y cuerpos de agua, 2. La gente necesita estar más concientizada sobre la importancia del agua para no contaminar y 3. Necesitamos espacios de participación y vigilancia ciudadana, así como mecanismos transparentes de rendición de cuentas por parte de los ayuntamientos. Además, de elegir

entre estas respuestas se les preguntó su opinión personal, dentro de las respuestas de los estudiantes se pueden resaltar las siguientes: *“hace falta concientizar más a las personas sobre los problemas de contaminación y tener compromiso en su cuidado”, “los jóvenes debemos hacernos cargo de difundir los efectos que tiene los problemas del agua”, “Se deben fomentar los tratamientos no costosos del agua contaminada”. “Hace falta más investigación en estos temas”, “No debe haber corrupción”, “se deben tomar medidas de prevención”, “Debemos fomentar una cultura de respeto y valorar nuestros recursos naturales”.*

Gráfico 4. Opinión de los estudiantes sobre la contaminación del agua



Es importante resaltar que “la concientización” de la población fue una de las opiniones más mencionadas por los estudiantes. Además, se puede observar que en muchas de las menciones se nota una fuerte motivación, así mismo los jóvenes se sienten parte de un grupo que tiene responsabilidad con su entorno social y ambiental. Lo anterior, es sin duda un factor estimulante que determina el diseño y aplicación de estrategias que los involucren en acciones de participación colectiva en torno al cuidado de sus recursos hídricos.

Cabe resaltar que esta pregunta en particular, además de servir para la recopilación de la información de la investigación, fue de suma utilidad para sensibilizar a los estudiantes, así como fomentar una reflexión más profunda acerca de la responsabilidad que tienen frente a los principales problemas ambientales del municipio, además de plantearse iniciativas y acciones que ellos mismos pueden ejercer para promover en este caso el cuidado y buen uso de sus recursos hídricos.

Referente al tratamiento del agua, se les preguntó a los jóvenes si sabían si en el municipio de Huatusco había una planta de tratamiento de aguas residuales, la mayoría de los estudiantes de nivel superior respondieron correctamente pues efectivamente en Huatusco no existe una planta de tratamiento. También se les preguntó abiertamente a los jóvenes que tipos plantas de tratamiento de agua conocían, 24 de ellos respondieron que no conocían y 30 no respondieron la pregunta, el resto respondieron que conocían plantas de tratamiento de aguas residuales, de agua potable, plantas con microorganismos y/o de sistemas biológicos. Dichos resultados se pueden deber a que los estudiantes entrevistados pertenecen a la carrera de Ingeniería Ambiental, lo cual favorece el conocimiento en estas temáticas durante el programa académico. Sin embargo, es importante señalar que los porcentajes de desconocimiento siguen siendo altos.

Los medios a través de los cuales se están informando los estudiantes respecto a temas relacionados con ciencia y tecnología son en primer lugar, el internet, seguido de televisión y redes sociales. Dichos resultados ofrecen un reto en el sentido de generar información y enfocar algunas estrategias de educación ambiental a través de estos medios.

Fase 4. Durante los últimos años, la preocupación por la percepción del público acerca de las eco tecnologías ocupa un lugar significativo en la agenda político-social de varios países, incluyendo a México. Este hecho refuerza la necesidad de incorporar la preocupación por el tema, como un elemento fundamental de las políticas públicas de ciencia, tecnología e innovación. Los aportes del uso de tecnologías sustentables se insertan en las esperanzas y temores cotidianos y en el marco de valores sociales que rigen la manipulación de la naturaleza (Carullo, 2002).



Si bien es cierto que cada día gana más terreno la idea del gran potencial que ofrece la eco tecnología y sus aplicaciones para mejorar las condiciones de vida en esta sociedad, también es cierto que, aún existe cierta desconfianza y temor de los avances científicos y tecnológicos en esta área. Habría que profundizar en la divulgación verídica e informada de los beneficios y utilidades que podemos obtener de la eco tecnología para mejorar nuestra calidad de vida.

Considero importante mencionar que, cuando se mostraron estos resultados a los jóvenes, los estudiantes de preparatoria comentaron que *“Debemos reconocer que somos una sociedad desinformada y poco participativa de las políticas públicas en torno a ejercer nuestros derechos”*. Aunado a esta realidad, contribuye también que son pocos los mecanismos con los que cuenta una persona para su exigibilidad, comenzando por la información. Aún se desconoce que se reconoció en la Constitución el derecho humano de acceso al agua, incluso su significado, especialmente en la sociedad.

Aunado a ello, Tatagiba (2007) enfatiza que la participación social en el cumplimiento del derecho humano al agua es fundamental, pues abarca una amplia gama de intervenciones; los documentos internacionales se refieren a ella dentro de las

obligaciones progresivas del Estado, que debe formular políticas públicas inclusivas de los puntos de vista de todos los actores sociales, especialmente de los sectores más vulnerables. Por lo anteriormente expuesto, el desconocimiento del derecho humano al agua, resulta un tema prioritario a analizar a profundidad con los estudiantes, compartirles además las experiencias exitosas de la sociedad civil organizada, que han desarrollado diversos mecanismos y estrategias para incidir en la formulación de la política local con diversos impactos dependiendo del contexto socio-cultural, podría resultar un factor de motivación e interés en los jóvenes. Recordemos, que el estudio de las percepciones no representa una metodología unificada, más bien, se utilizó como una herramienta que conforma múltiples intereses para tener una mayor comprensión de los procesos que favorecen la relación de la sociedad con su entorno natural, en este caso particular de una muestra de estudiantes del municipio de Huatusco.

En este sentido, la incorporación de las percepciones para la EA se fundamenta en dos razones principales: primero, ofrece conocimientos sobre la relación entre las sociedades humanas y la naturaleza desde la mirada de los grupos sociales, lo cual puede orientarse a la transformación de procesos educativos contextualizados y relevantes, tanto en las aulas como



en otros espacios comunitarios, y segundo, a partir de las percepciones se pueden evaluar procesos y prácticas de EA para plantear, re-plantear y co-construir intervenciones educativas significativas, tal como lo señalan Aguilar et al. (2017). Si bien es cierto que las percepciones son dinámicas y pueden modificarse de acuerdo a diversos estímulos sociales y ecológicos, también es cierto que, el estudio y análisis de las mismas, nos permiten tener información valiosa para crear un diagnóstico que sirva como base para el diseño y aplicación de diversas estrategias de EA

Una de las primeras estrategias fueron los muestreos y análisis de la calidad del agua del Río Citlalapa, el cual es uno de los más contaminados por las descargas de aguas residuales domésticas y de trapiches.



Por otro lado, participamos en diferentes congresos y concursos en los cuales participamos con diferentes proyectos. Por ejemplo, el Quinto encuentro de jóvenes talento Veracruz, organizado por el COVEICYDET y la SEV, en este evento participaron estudiantes de sexto semestre con un prototipo de humedal construido, para darle tratamiento al agua residual de su universidad. Este mismo proyecto fue aprobado para participar en el 5o Concurso de Creatividad emprendedora el cual fue organizado por Universidad Veracruzana, Instituto Tecnológico de Boca del Río, Universidad Cristóbal

Colón, Instituto Tecnológico de Veracruz, Dirección de Educación Tecnológica y el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería y se llevó a cabo en Boca del Río Veracruz. Además de la participación en la II Reunión Internacional Científica y Tecnológica organizada por el Colegio de Postgraduados, a la cual asistimos con el grupo de cuarto semestre de la carrera de ingeniería ambiental.

También se realizaron actividades de difusión y divulgación en torno al tema del agua y los recursos hídricos de la zona. Como un desfile en el marco del día mundial del agua, que se realizó por el centro de la ciudad de Huatusco con carteles alusivos al tema para difundir datos relevantes, y una exposición de carteles de divulgación, abierta a toda la comunidad, sobre el tema agua. Además, se realizaron tres pláticas sobre el uso de humedales construidos como una alternativa para el tratamiento de agua residual, cabe señalar que éstas pláticas se dieron a toda la comunidad escolar en diferentes momentos del ciclo escolar. Como se ha mencionado anteriormente, el uso de las percepciones y la educación ambiental puede ser una buena estrategia para mitigar las problemáticas ambientales, pues como bien lo refieren Vargas et al. (2013), a través de éstas herramientas se incita la formación de un vínculo entre los valores, conocimientos, habilidades, para permitir a los individuos la unión al entorno al que pertenecen.



Fase 5. La desinformación de la contaminación del agua y problemas generados, así como acciones y soluciones de las mismas se puede abordar desde el ámbito académico. En la presente investigación se detectaron varios temas importantes a reforzar como son el derecho humano al agua, los impactos derivados de contaminación de agua (socio-económicos, salud, ambiente) y el uso de las eco-tecnologías para el tratamiento y buen uso del agua. En el nivel superior se presentan algunas ventajas en cuanto a la generación de conocimiento e investigación técnica (campo, laboratorio, proyectos, concursos, monitoreos), las cuales se explican en gran medida por el programa curricular de la carrera de Ingeniería Ambiental, los recursos económicos y la participación en eventos y convocatorias estatales y nacionales. Además, es importante resaltar que los estudiantes deben apropiarse de estas transformaciones y considerarse sujetos y agentes activos de cambio, para ello es primordial la reflexión, retroalimentación y crítica constante en ambas direcciones estudiantes-docentes y viceversa.

En cuanto a la percepción de los estudiantes, de manera general se puede concluir que el agua es un tema de interés y preocupación, temas que gracias a este proceso pudimos abordar desde diferentes situaciones, contextos, perspectivas y posiciones; como dijera Abel *“aprendimos que el agua nos une, queramos o no”*. En este tenor, que mejor que apropiarnos como estudiantes, docentes y sociedad en general de las estrategias para subsanar las problemáticas en torno a nuestro vital líquido.

Es indispensable difundir el uso de sistemas no convencionales de tratamiento del agua. Los humedales construidos resultan una opción viable a utilizar en diversas fuentes de contaminación de Huatusco, los cuales pueden ser implementados y estudiados desde el nivel superior (Universidad), como el caso de servicio social, residencias e incluso tesis.

Para trabajos futuros se sugiere incluir más estrategias participativas como el diseño de talleres, diálogo de saberes, las cuales se deben planear, agendar y realizar periódicamente. Incluir, además, cartografía social, para poder analizar la relación de los participantes con su territorio y la forma en que éste asocia con las principales situaciones ambientales. Incrementar la frecuencia de los recorridos de campo, los cuales despiertan de manera importante el interés de los jóvenes al estar de frente a una realidad, que no siempre es clara desde el aula o desde sus hogares.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar Cucurachi M., Mercon J., Silva Riverac E. (2017). Aportaciones de las percepciones socio-ecológicas a la Educación Ambiental. *Entreciencias* 5 (15): 95-110.
- Ambrosio Pablo. (2016). Libertad bajo palabra. “Estalla huelga en la Comisión Municipal de Agua Potable y Saneamiento de Huatusco”. Recuperado de: <http://libertadbajopalabra.com/2016/06/16/estalla-huelga-la-comision-municipal-agua-poble-saneamiento-huatusco/>
- Basagoiti, M., & Bru, P. (2002). Mira quién habla: El trabajo con grupos en la I.A.P. En T. Rodríguez Villasante, M. Montañez, & J. Martí (Coords.), *La investigación social participativa: Construyendo ciudadanía* (Vol. 1, pp. 125-142). Madrid: El Viejo Topo.
- Benez Mara Cristina, Kauffer Michel Edith E y Álvarez Gordillo Guadalupe del Carmen. (2010). Percepciones ambientales de la calidad del agua superficial en la microcuenca del río Fogótico, Chiapas. *Frontera Norte*, Vol. 22, Núm. 43, enero-junio de 2010, pp. 129-158
- Carullo, J.C. (2002). La percepción pública de la ciencia: el caso de la biotecnología. Instituto de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología Universidad Nacional de Quilmes (IEC-UNQ). Red Regional de Bioseguridad - RNBio
- CONAGUA. (2014). Estadísticas del Agua en México. Gobierno federal.
- Cruz, Raúl y Nancy Escobar, 2006, “El agua de México, de las peores en calidad”, *La Crónica de Hoy*. Recuperado de: http://www.cronica.com.mx/nota.php?id_nota=232056
- Estrategia nacional de educación ambiental para la sustentabilidad en México. 2006. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable (CECADESU).
- Hernández Pablo. (2016). AVC Formato Siete. “Carecen de agua en la comunidad de Chalchitepec, Huastusco”. Recuperado de: <http://formato7.com/2016/04/18/carecen-de-agua-en-la-comunidad-de-chalchitepec-huastusco/>
- Huerta Verónica. (2013) AVC Noticias. “Cascada los tres chorros destruida por contaminación” Recuperado de: <http://www.avnoticias.com.mx/resumen.php?idnota=147472>
- Instituto Mexicano de Tecnologías del Agua (IMTA). (2016). Programa de Hidrología del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Recuperado de: <https://www.gob.mx/imta/acciones-y-programas/programa-de-hidrologia-del-instituto-mexicano-de-tecnologia-del-agua-81401?idiom=es>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2009). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Huatusco, Veracruz de Ignacio de la Llave Clave geoestadística 30071.

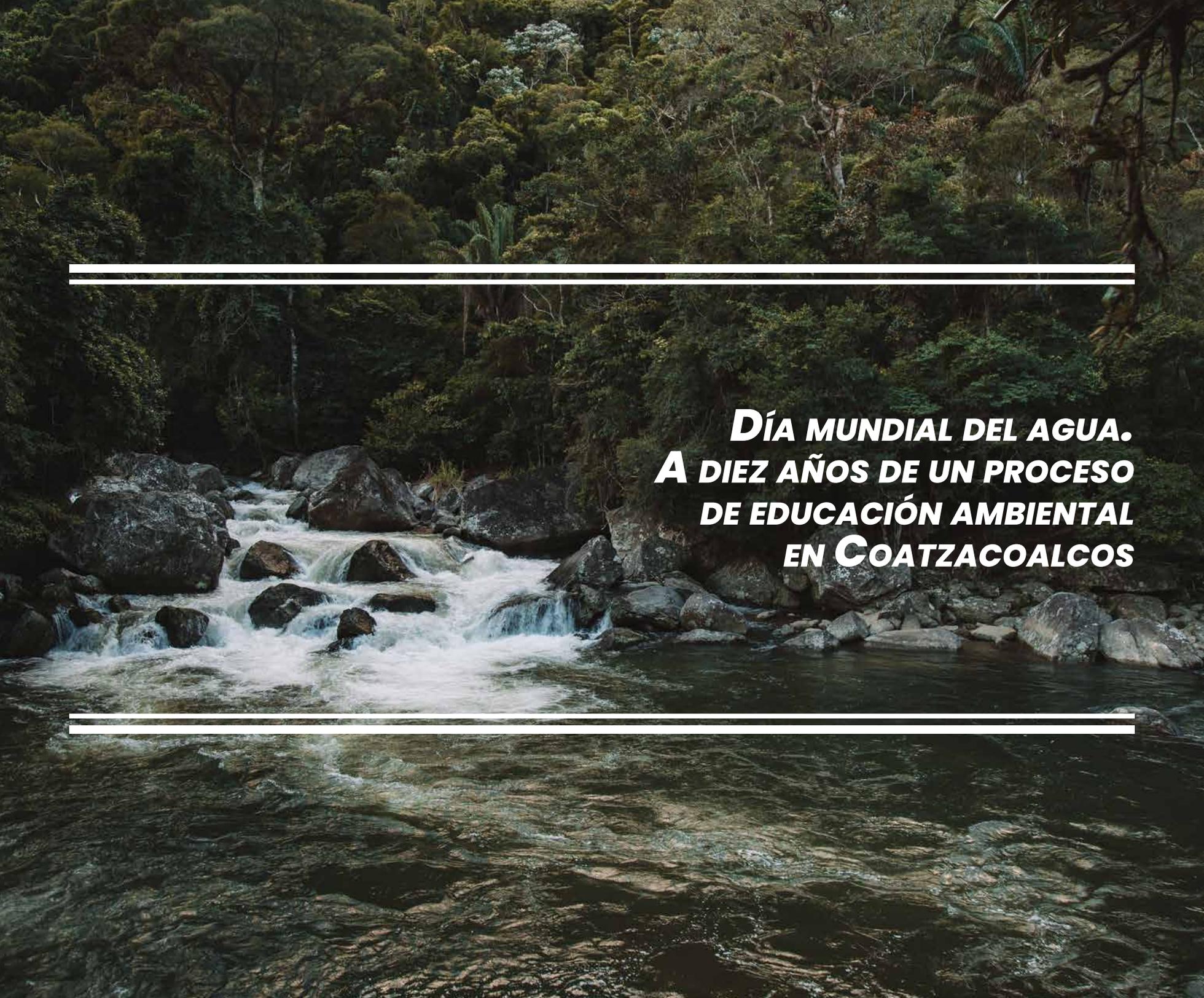
- Marcén Albero Carmelo (2003). Ponencia “Aportaciones Desde la Escuela a la Nueva Cultura del Agua” Congreso Agua y Educación Ambiental: nuevas propuestas para la educación 1ª Área temática. El Agua en la Escuela: acciones y recursos educativos. Alicante España 2003.
- Márquez Fernández Dominga. (2003). Ponencia “DE LA TEORÍA A LA PRÁCTICA EN EDUCACIÓN AMBIENTAL: EL CASO DEL AGUA. Congreso Agua y Educación Ambiental: nuevas propuestas para la educación 1ª Área temática. El Agua en la Escuela: acciones y recursos educativos. Alicante España 2003.
- Moreno, A. (2013). La Cultura como Agente de Cambio Social en el Desarrollo Comunitario. *Arte, Individuo y Sociedad*, 25(1), 69-84. doi:10.5209/rev_ARIS.2013.v25.n1.41166
- Mostert, Eric. (2003). “The challenge of Public Participation”, *Water Policy*, 5, U. S., IWA Publishing, pp. 179-197
- Municipio de Huatusco. (2015). “Toma protesta el Comité de Microcuencas de Huatusco”. Recuperado de: <http://www.huatusco.gob.mx/toma-protesta-el-comite-de-microcuencas-de-huatusco/>
- Olvera Caballero Miguel. (2015). *Escribiendo con tinta negra. “Preocupa Contaminación De Trapiches En Huatusco”*. Recuperado de: <http://escribiendocontintanegra.blogspot.mx/2015/01/preocupa-contaminacion-de-trapiches-en.html>
- Soares, Denise, 2006, “La descentralización en la gestión del agua potable: algunos logros, muchos fracasos y demasiado pendientes”, en S. Vargas, D. Soares Moraes y N. B. Guzmán, coords., *La gestión del agua en la cuenca del río Amacuzac: diagnósticos, reflexiones y desafíos*, Cuernavaca, imta/Universidad Autónoma del Estado de Morelos/Facultad de Humanidades, pp. 104-136.
- Soares, Denise, Roberto Romero y Yenitzia Chávez Carpio [ponencia]. (2005). “Educación ambiental para el manejo sustentable del agua en la cuenca de Moctezuma, México”, *Encuentro por una nueva cultura del agua en América Latina*, Fortaleza, Brasil, 2005.
- Tatagiba, L. (2007). *Contraloría y participación social en la gestión pública*, Caracas: CLAD
- Tello Moreno L. F. (2016). *La justiciabilidad del derecho al agua en México. Colección de textos sobre Derechos Humanos. D.R. Comisión Nacional de Derechos Humanos. Pág. 60. ISBN: 978-607-729-234-0.*
- Vargas Melgarejo, Luz Marina, 1994, “Sobre el concepto de percepción”, *Alteridades*, vol. 4, núm. 8, México, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, pp. 47-53.
- Welch, S. & Comer, J. (1988). *Quantitative methods for public administration: techniques and applications*. Universidad de Virginia: Brooks/Cole. Pub. Co.



CAPÍTULO 3

*AGUA PASA POR MI CASA,
POR MI PUEBLO Y POR MI VIDA*

 **ÍNDICE**



***DÍA MUNDIAL DEL AGUA.
A DIEZ AÑOS DE UN PROCESO
DE EDUCACIÓN AMBIENTAL
EN COATZACOALCOS***

DÍA MUNDIAL DEL AGUA. A DIEZ AÑOS DE UN PROCESO DE EDUCACIÓN AMBIENTAL EN COATZACOALCOS

*ROBERTO CARLOS MORENO QUIRÓS, AMÉRICA ISABEL
ORTIZ CARMONA, SARA NÚÑEZ CORREA, MARÍA DEL
CARMEN CUEVAS DÍAZ.*

RESUMEN

Como parte de las actividades desarrolladas por el programa educativo de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Veracruzana, Campus Coatzacoalcos, se ha realizado por 9 años consecutivos el foro conmemorativo al Día Mundial del Agua, el cual busca fomentar una cultura de cuidado del recurso hídrico, así como de prevención para evitar su contaminación.

Dicho evento está enfocado al público en general, siendo el principal objetivo los jóvenes estudiantes, tanto de la Universidad Veracruzana como de las diferentes universidades y preparatorias de la región. El evento se ha conformado por una serie de ponencias y talleres interactivos, para lo cual se ha contado con la participación de las principales industrias de la zona, autoridades locales, asociaciones civiles e investigadores, que realizan la exposición de proyectos donde muestran avances en materia de cuidado del recurso y procesos de depuración de las aguas.

El evento ha permitido a la comunidad universitaria, así como a la ciudadanía en general tener un espacio de fomento hacia la buena cultura del cuidado del medio ambiente, siempre tomando en consideración el tema propuesto anualmente por la Organización de las Naciones Unidas para personificar la importante causa que el Día Mundial del Agua representa.

Tomando en consideración la crisis ambiental por la que atraviesa el país, resulta fundamental seguir fomentando y fortaleciendo estos espacios de divulgación que permitan realizar una reflexión y crear una conciencia ambiental en los jóvenes, y que, a su vez, acerque a la ciudadanía hacia un desarrollo sustentable.

INTRODUCCIÓN

La educación ambiental ha recorrido un intenso proceso de debates y aportaciones desde sus inicios en los años setenta, sus propuestas han tenido algunas características y ciertos momentos particulares que fueron más allá de las tendencias mayoritarias internacionales en este campo. Durante su formación, se fue construyendo a partir de experiencias de la educación popular, de la educación comunitaria y participativa, y de la educación ecológica o conservacionista, en su paso hacia una educación ambiental comprometida con el cambio social y con la transformación de los modelos económicos de desarrollo (Solís, 2006).

A partir de la Conferencia Cumbre de la Tierra, celebrada en Río de Janeiro, Brasil (1992) se amplía la concepción de la educación ambiental, proyectándose como uno de los elementos esenciales para el logro del desarrollo sostenible, indiscutiblemente la educación ambiental en esta etapa adquiere una nueva dimensión que influye en su tratamiento e instrumentación: es necesario preparar a las personas no solo para preservar el medio, sino hacerlo de manera armónica con el crecimiento económico, el mejoramiento social y la calidad de vida (Morales *et al.*, 2012).

Es así como resulta de suma importancia el insertar la educación ambiental en el sector educativo, con el fin de crear conciencia del cuidado y preservación del ambiente en los estudiantes de los diferentes niveles escolares del país, permitiendo así forjar un camino hacia el desarrollo sostenible.

A nivel internacional se han planteado tres estrategias para internalizar la dimensión ambiental en la educación superior, dos de ellas en pre-grado: la inserción de cursos sobre temas ambientales en los programas de estudio y en el posgrado, a través de programas de corte interdisciplinario abocados al conocimiento y la solución de temas ambientales (Riojas *et al.*, 1999).

LABOR DE LA UNIVERSIDAD VERACRUZANA EN MATERIA DE SUSTENTABILIDAD

Mediante la creación del Plan Maestro para la Sustentabilidad, la Universidad Veracruzana ha buscado incorporar, tres ejes rectores (UV, 2010):

- a) Sistema Universitario de Manejo Ambiental (SUMA)
- b) Comunicación, Participación y Educación de la Comunidad Universitaria (Comparte)
- c) Dimensión Ambiental para la Sustentabilidad en la Investigación y en la Formación Técnica, Profesional y de Posgrado (Discurre)

Dentro del eje rector SUMA se han propuesto once áreas de desempeño, recuperando la experiencia nacional (UASLP y COMPLEXUS) e internacional (Universidad Autónoma de Madrid y Universidad de Granada, entre otras) y adaptándola a la situación específica de la Universidad, dichas áreas son (UV, 2010):



1. Gestión de materiales y residuos especiales
2. Gestión de residuos, descargas y emisiones
3. Uso apropiado y eficiente del agua
4. Uso apropiado y eficiente de la energía
5. Uso apropiado y eficiente de insumos de oficina
6. Gestión de áreas verdes y áreas naturales protegidas
7. Bioclimática, construcciones y mantenimiento
8. Gestión del tránsito y del transporte universitario
9. Administración y compras
10. Gestión del riesgo y contingencias ambientales
11. Formación de comunidad

En cuanto al eje COMPARTE, este se propone no sólo involucrar a la comunidad universitaria en las tareas del Plan Maestro, sino irradiar sus efectos hacia la sociedad veracruzana, vinculándonos con otros niveles educativos y, en una doble vía, recuperar experiencias y propuestas valiosas de las organizaciones de la sociedad civil (UV, 2010).

Por último, el eje DISCURRE es el componente más trascendente del plan puesto que intenta incidir directamente en el perfil de los egresados de todas las carreras técnicas, licenciaturas y posgrados que ofrece la UV. Consiste en una reestructuración de fondo de los currículos para orientarlos hacia el análisis de cómo las prácticas profesionales se vinculan con el ambiente en la sustentabilidad. Incluye la adición y actualización de asignaturas sobre estos temas (UV, 2010).

Como resultado de la aplicación del Plan Maestro y del correcto manejo de los ejes, se han creado organizaciones como el Centro Ecoalfabetización y Diálogo de Saberes (Centro Ecodiálogo), el cual es un espacio académico en donde se realizan actividades de docencia, investigación y vinculación, y la Red Universitaria para la Sustentabilidad, un espacio de diálogo entre quienes integran la comunidad universitaria, a través de eventos académicos y culturales, y el intercambio de experiencias en el ámbito de la gestión para la sustentabilidad (COSUSTENTA, 2019).

FORO “DÍA MUNDIAL DEL AGUA”, DIEZ AÑOS DE HISTORIA

Tomando como base el área tres del eje SUMA del Plan Maestro de Sustentabilidad, y apoyándose en los ejes COMPARTE y DISCURRE, la Facultad de Ciencias Químicas Campus Coatzacoalcos, en vinculación con los estudiantes y docentes del Programa Educativo de Ingeniería Ambiental, elaboran en el 2010 una estrategia de educación ambiental enfocada en el cuidado y preservación del recurso hídrico, esto en el marco de la celebración del Día Mundial del Agua creado durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD) de 1992 en Río de Janeiro.

Se definió realizar un foro conmemorativo en el que se mostraran avances en ingeniería y ciencia para la prevención y control de la contaminación, así como el enfoque de distintas organizaciones gubernamentales y civiles dedicadas a cuestiones de preservación y cuidado del ambiente.

De este modo nace el Foro del Día Mundial del Agua (DMA), que año con año ha sido organizado con el apoyo de los estudiantes de Ingeniería Ambiental de diferentes generaciones. La organización de un evento académico tiene un proceso de diseño, planificación y producción, de tal manera que no es simplemente desarrollar una actividad de esparcimiento sino que tiene un protocolo con muchas responsabilidades como: la coordinación logística integral, el buen funcionamiento del cronograma, el manejo adecuado del presupuesto, la selección y reserva del espacio en el que se desarrollará el encuentro, la difusión, la tramitación de permisos y autorizaciones, la inclusión de

actividades culturales, la supervisión de los servicios de transporte, los servicios gastronómicos, entre otros.

Los eventos académicos se realizan con el fin de transmitir conocimientos respecto a un tema de interés, implicando así algún tipo de enseñanza o capacitación (Paxtián y García, 2017). Este tipo de evento, a nueve años de llevarse a cabo, se realiza con el objetivo de que estudiantes, profesionales y público en general de distintas áreas, enriquezcan su formación integral en torno al recurso hídrico.

La organización incluye sesiones previas para presentación ideas, en donde se definen cuales se podrían poner en práctica durante los eventos. Se toman en cuenta las actividades y resultados de los eventos anteriores haciendo un análisis de los aciertos y dificultades que se presentaron.

Se forman comisiones con estudiantes para llevar a cabo las distintas tareas establecidas para el día del evento, las cuales incluyen:

- Presentación y seguimiento del cronograma.
- Registro del Personal Asistente.
- Logística interna.
- Instalación del Mobiliario.
- Edecanes.

- Atención del Coffee Break.
- Fotografías para evidencia.
- Difusión. Visitas a escuelas para promoción del evento.

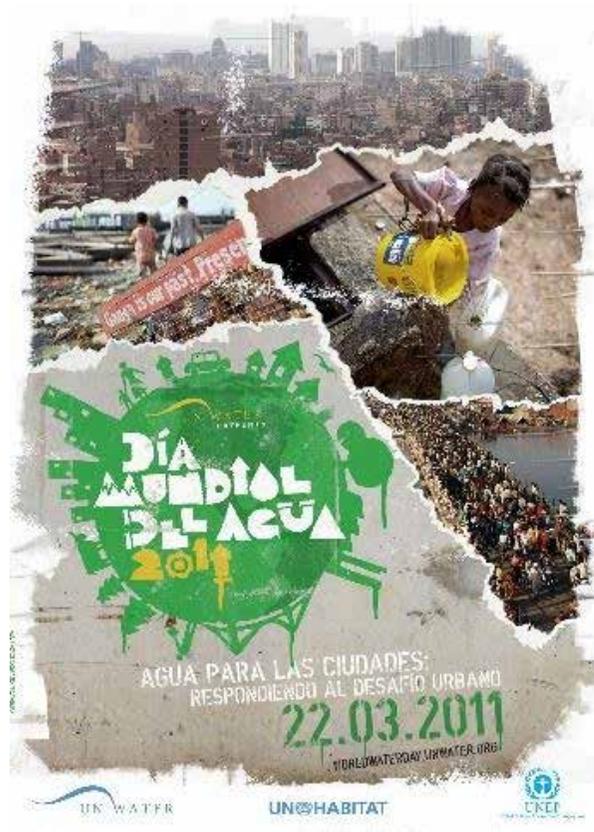
Es así como un evento de esta magnitud, además de ser un espacio de formación ambiental, puede ser también el entorno donde los alumnos desarrollen sus aptitudes humanas, e incida en su formación integral como estudiantes.

A continuación, resumiremos parte de las experiencias adquiridas durante estos años de aprendizaje, en este universo llamado educación ambiental, que nos ha dejado mucha satisfacción y trabajo.

DÍA MUNDIAL DEL AGUA 2011. AGUA PARA LAS CIUDADES

Este fue el primer Día Mundial del Agua organizado en el campus Coatzacoalcos. Su interés en ese momento fue enfocado a la visualización del problema entre los miembros de la comunidad universitaria del campus UV Coatzacoalcos, así como posicionar a la carrera de Ingeniería Ambiental como principal participante de esta dinámica (ver figura 1).

Figura 1. Cartel de promoción y actividad desarrollada por estudiantes para la presentación el día del evento (imagen del logo formado por tapas).



Para su ejecución se realizaron dos conferencias magistrales, además de la participación de alumnos en proyectos sustentables y en carteles de concientización.

El tema de ese año fue “El Agua para las ciudades” y hacia énfasis en que la mayoría de la población se encuentra asentada en las ciudades. Según datos de la ONU, para ese entonces había 3300 millones de personas y la tendencia era a la alza. Lo que provocaba y sigue provocando que la población urbana este aumentando más rápido que la capacidad de instalación de infraestructura.

La primera ponencia nos habló del rápido crecimiento de la población urbana, relacionada con la industrialización. Muchas ciudades enfrentan la incertidumbre del cambio climático y los desastres relacionados con el agua, siendo las personas de escasos recursos los más vulnerables, ya que a menudo viven en lugares sin la infraestructura adecuada o en sitios que ponen en riesgo sus vidas, tales como las llanuras de inundación, pendientes pronunciadas o cauces de ríos. Aunado a eso, las inundaciones pueden conducir a enfermedades como la diarrea, la fiebre tifoidea, la sarna o el cólera.

En la segunda conferencia se habló de generar acciones (incluidas las personales) para atacar el elevado consumo de agua en las ciudades, respondiendo al desafío que representa el reducido volumen de agua dulce en el mundo. Esto incluye tomar acciones desde el gobierno, comunidades y personas, para alzar la voz y que todas las visiones puedan integrarse a la gestión del agua urbana.

DÍA MUNDIAL DEL AGUA 2012. EL AGUA Y LA SEGURIDAD ALIMENTARIA

En este segundo año, la seguridad alimentaria estuvo en el centro de atención del evento (figura 2), dado que el tema principal fue “El mundo tiene sed porque tenemos hambre”. Cuando mil millones de personas en el mundo viven en condiciones de hambre y los recursos hídricos sufren presiones, no se puede hacer como si el problema estuviera en otra parte.

Afrontar el crecimiento de la población y garantizar el acceso a alimentos nutritivos para todos exige una serie de medidas a las que cada uno de nosotros podemos contribuir, y el agua juega un papel fundamental en este proceso.

En la primera conferencia se habló de dos temas importantes: la necesidad de alimento y la inclusión de opciones a la generación del mismo. Existe un aumento en la demanda de alimento y con ello, se requiere de una actividad agrícola nacional eficiente, con valores sostenibles de los recursos y de productividad suficiente para ofrecer el abastecimiento adecuado. Se destacan poblaciones marginales con poca o casi nula suficiencia alimentaria, y dentro de las alternativas ofrecidas para ayudar a mitigar esta situación, se encuentran los organismos genéticamente modificados (OGMs), que presentan nuevas características y variedades de los cultivos. En México, las autoridades habían otorgado, en su momento, 14 permisos para experimentos de campo de trigo genéticamente modificado, sin embargo, la implementación de estos campos experimentales implica el conocimiento de las diferentes etapas de liberación al ambiente, es por ello que se espera que los resultados de las pruebas experimentales sirvan para facilitar a las autoridades la toma de decisiones de diferentes opciones tecnológicas.

Figura 2. Logo del DMA 2012 haciendo alusión a los alimentos.



La segunda conferencia de ese año, estuvo impartida por integrantes de la Comisión municipal de agua de Coatzacoalcos, los cuales hicieron énfasis en la conciencia ambiental. El primero de todos los desafíos es la toma de conciencia. Por ejemplo, a pesar del claro problema de escasez de agua, el estilo de dieta alimentaria a nivel mundial está cambiado e incluye el consumo de carne roja y otros alimentos cuya producción requiere grandes cantidades de agua.

Como parte de las actividades dinámicas del evento, se incluyeron juegos de conocimiento para dar a entender los consumos de aguas virtuales que no se ven en los alimentos, pero están presentes durante su proceso de fabricación.

DÍA MUNDIAL DEL AGUA 2013. LA COOPERACIÓN EN LA ESFERA DEL AGUA

Para el tercer año, la intención iba más allá de la simple conjunción de elementos, para tratar de hacer un cambio de conciencia en las personas. Por ese motivo la dinámica de las ponencias planteadas sugirió una apropiación del conocimiento mediante una técnica de círculos de dialogo, implementada previamente por la RUS en diversas actividades.

Dentro del mensaje de este año se destaca la gestión integral del agua, la cual suele ser deficiente y afronta presiones de todo tipo (figura 3). La buena gestión y la cooperación entre los diferentes grupos de usuarios promueven el acceso al agua, la lucha contra su escasez y contribuyen a la reducción de la pobreza.

La cooperación permite un uso más eficiente y sostenible de

Figura 3. Logo del DMA 2013.



los recursos hídricos y se traduce en beneficios mutuos y mejores condiciones de vida.

En el caso de la ciudad de Coatzacoalcos, que sufre en temporada de estiaje la falta del recurso, se han propuesto soluciones al problema, con la inversión en pozos para suplir la falta de agua. De acuerdo a estudios previos, la calidad de agua en los pozos es la adecuada (a pesar de la preocupación por parte de la sociedad). Asimismo, se mencionaron los esfuerzos que hace el ayuntamiento de Coatzacoalcos para evitar que las descargas lleguen directamente al mar, con los cárcamos de bombeo que se tienen instalados.

Figura 4. Participación de los estudiantes en el Foro.



La cooperación en los distintos niveles de gobierno es crucial para la seguridad, la lucha contra la pobreza, la justicia social y la igualdad de género. También es fundamental para la preservación de los recursos hídricos, la protección del medio ambiente y puede contribuir a superar tensiones culturales, políticas, sociales y establecer la confianza entre las personas, las comunidades, las regiones o los países.

Para centrar la atención en este importante tema, las celebraciones por el Día Mundial del Agua, el 22 de marzo de 2013, se llevaron a cabo en todo el mundo, incluida la UV (figura 4), sobre el tema de la cooperación del agua.

Figura 5. Cartel publicitario.



DÍA MUNDIAL DEL AGUA 2014. AGUA Y ENERGÍA

Se organizó y realizó por cuarta ocasión, el Foro para conmemorar el Día Mundial de Agua, en esta ocasión la edición del año 2014: Agua y Energía (figura 5). El agua y la energía están estrechamente relacionados entre sí y son interdependientes. La generación y transmisión de energía requiere de la utilización de los recursos hídricos.

El evento estuvo apoyado por los alumnos de Ingeniería Ambiental y se llevó a cabo en la Unidad

de Servicio Bibliotecarios de Información (USBI) del campus Coatzacoalcos. El evento contó con la participación de diversas empresas, entre las cuales estuvieron MEXICHEM, CMAS Coatzacoalcos, Jaguaroundi y Quetzalli A.C. Las actividades desarrolladas incluyeron conferencias que plantearon la importancia de la energía hidroeléctrica en el desarrollo mundial; de la cual se espera que produzca el 16% de la energía eléctrica mundial en 2035.

DÍA MUNDIAL DEL AGUA 2015. AGUA Y DESARROLLO SOSTENIBLE

Para el quinto año del evento, se tuvieron las conferencias sobre la Cuenca baja del Río Coatzacoalcos, la modelación de impactos a la salud y ambientales por la actividad industrial, SOS H₂O, así como construyendo nuestro futuro sustentable (figura 6). En esta ocasión, los conferencistas provenían del sector industrial, entre los que se destaca PEMEX Petroquímica y MEXICHEM (Ahora PMV).

Figura 6. Participación de estudiantes y alumnos en las ponencias.



Figura 7. Participación del Centro de Educación Ambiental Quetzalli.



En las conferencias se abordó la problemática del abastecimiento de la cuenca para las ciudades de Coatzacoalcos y Minatitlán, dado que los últimos registros dan cuenta de la disminución del nivel del río en la presa Yurivia, que provee de agua estas ciudades. El cambio de uso de suelo, ha provocado el arrastre de sólidos hacia la presa derivadora, dando como resultado una calidad de agua no susceptible de ser tratada con el sistema de potabilización actual, por lo que se tiene que hacer paros técnicos de la planta, dejando sin abastecimiento a la ciudad. También se mencionaron los impactos ambientales y su relación con la salud de las personas, encontrándose en la región, presencia de contaminantes persistentes por actividades industriales.

Hacia el final del evento se tuvo la dinámica de comprometerse como un héroe en acción, y establecer acciones personales para el cuidado del vital líquido.

Se tuvo la importante participación de actores líderes en materia ambiental del sur de Veracruz con su presencia en los stands. Los equipos del Centro de Educación Ambiental Quetzalli y el Parque Ecológico Jaguaroundi mostraron a los asistentes diversas actividades relacionadas con el cuidado del medio ambiente (ver figura 7).

DÍA MUNDIAL DEL AGUA 2016. AGUA Y EMPLEO

El DMA 2016 mostró la relación de trabajo – agua como elemento esencial del desarrollo sostenible. Los recursos hídricos, y la gama de servicios que prestan, juegan un papel clave en la reducción de la pobreza, el crecimiento económico y la sostenibilidad ambiental (figura 8).

Durante las ponencias se habló del agua, como el ciclo vital. Se hizo mención de lo importante que es el agua para los seres humanos desde los tiempos antiguos. Además, se planteó una percepción inequívoca de la suficiencia de agua, debido a que antiguamente teníamos grandes reservas hídricas que suplían las necesidades de casi cualquier país, y por esa razón, mantenemos la idea de tener suficiente. Sin embargo, se advierte un derroche de agua no solo en países desarrollados, sino también, en países en vías de desarrollo (como México, que poseen grandes reservas). Esto deja entrever que el problema del agua es en parte una cuestión educativa y cultural.

La participación de las autoridades locales se desarrolló en torno al tema de “Cultura del agua” en la que se habló sobre la problemática de abastecer una ciudad de más de 300,000 habitantes. El principal sistema de abastecimiento de la ciudad proviene de 40 kilómetros de distancia, y los retos que presenta actualmente son muchos, sobre todo si se considera los factores socioculturales de presión contra el gobierno para que cumpla con pagos comprometidos, agudizando la problemática de falta de agua.

Figura 8. Cartel publicitario.



La Secretaría de Marina también tuvo su participación con la ponencia del Cuidado del medio ambiente. En dicha ponencia se expusieron las atribuciones de la SEMAR, como salvaguardar la soberanía Nacional, auxiliar a la población en casos de desastre, intervenir en la prevención y control de la Contaminación Marina. Dentro de las actividades de investigación, se mencionaron los monitoreos de la zona comprendida en el Río Coatzacoalcos, el estudio de las corrientes, el nivel de mareas, los perfiles de playa, la calidad de agua y los sedimentos. De forma breve se habló del protocolo a seguir en caso de una contingencia por derrame de hidrocarburos en el mar.

Finalmente se habló sobre la relación trabajo-empleo con el agua. El agua es vital para la agricultura, la producción de energía, la industria y el transporte, así como un motor del crecimiento económico, ya que genera y mantiene puestos de trabajo en el mundo entero.

En la parte de los stands, ubicados afuera de la USBI, se llevaron a cabo actividades lúdicas relacionadas con el DMA 2016. Un grupo entusiasta de estudiantes realizaron concursos relacionados con el manejo del recurso y concientización. Se contó con la valiosa participación del Centro de Educación Ambiental Quetzalli en donde se expuso la importancia de los manglares.

DÍA MUNDIAL DEL AGUA 2017. AGUAS RESIDUALES

Como parte de un proceso de vinculación con la sociedad, en días previos al evento, se realizaron visitas a escuelas para platicar sobre el tema de agua. La dinámica en las escuelas fue presentar el tema de “Aguas residuales” y comentar el sentir-pensar a través de un dibujo, teniendo buenos resultados. Paralelamente a las actividades académicas, se realizó un torneo de fútbol con la participación de 10 equipos de la comunidad universitaria.

Figura 9. Actividades realizadas por los estudiantes de Ingeniería Ambiental.



Además de las conferencias relacionadas con el tratamiento de las aguas residuales y la investigación de frontera, el programa fue fortalecido con una exposición en la parte externa de la USBI en el cual se presentaron 4 talleres de ecotecnia, 46 carteles de concientización, 3 juegos interactivos, una mesa de acopio de materiales reciclables, un stand de Jaguarundi, y un rally del agua dentro de las instalaciones del campus (figura 9).

DÍA MUNDIAL DEL AGUA 2018. EL AGUA AL SERVICIO DE LA NATURALEZA

El evento del Día Mundial de Agua fue programado para el 22 de marzo del 2018 en las instalaciones del Aula Magna de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Veracruzana, Campus Coatzacoalcos (figura 10). Las actividades desarrolladas incluyeron tres vertientes: ponencias, un espacio para concientizar a través de stands y talleres, y un evento deportivo.

Durante este DMA se abordaron temas como “El Agua al Servicio de la Naturaleza”, en la cual se mencionó la importancia de los recursos naturales para la preservación del agua, tal como los bosques, los cuales han sido víctima de la deforestación, junto con ello, se explicó la relación del ciclo del agua, deforestación

e industrialización con el calentamiento global y los gases de efecto invernadero. De la misma forma, se habló de los “Dilemas hídricos: Respuesta desde la sedienta agricultura”. En la cual se mostró cuánta agua cuesta la producción agropecuaria, siendo esta la mayor consumidora del recurso hídrico en comparación de otros procesos productivos, así como los impactos de la agricultura en los recursos naturales, como son la compactación del suelo, erosión, contaminación por agroquímicos y la fragmentación del hábitat.

Por otra parte, se abordó el tema de los humedales y su importancia, los cuales son la transición de las zonas terrestres y las zonas acuáticas; se expuso los beneficios de las plantas que viven en los humedales, las cuales ayudan a disminuir el impacto de las olas, resguardan especies y hasta tiene la capacidad de tratamiento de aguas grises, entre otras.

Figura 10. Asistencia al DMA 2018.



Posterior a las conferencias se desarrolló el evento deportivo “Aquatlón”, el cual fue pensado como un espacio para completar la formación integral de la comunidad universitaria. La participación fue por equipos de cinco integrantes, previamente inscritos. El reto consistía en atravesar un circuito con materiales reutilizados o reciclados, en el menor tiempo posible. El espacio sirvió para fortalecer las actividades de difusión sobre los beneficios de la práctica deportiva a través de actividades relacionadas con temas ambientales.

Los talleres realizados (figura 11) contribuían con la formación integral de la comunidad universitaria. El taller de Eco bisutería realizaba llaveros, aretes o pulseras usando elementos que se pudieran reciclar, y en los llaveros se podían incluir logos como del agua o algún otro en particular.

El taller de filtros de agua portátiles, se hizo con tubos de PVC, tapas de refresco, algodón, piedras, arena y carbón activado. Este dispositivo es muy accesible ya

Figura 11. Talleres realizados en el marco del DMA 2018.



que es pequeño y se puede transportar con facilidad, brindándole al usuario la facilidad de filtrar el agua cada vez que lo requiera. Se contó con una demostración de nube artificial para exhibir el proceso de precipitación utilizando un recipiente tubular de vidrio con agua y colocando espuma en la parte superior del recipiente simulando una nube tipo cumulus (nubes verticales), posteriormente se prepararon colorantes distintos y a diferentes densidades, para aplicarlos en el tubo y observar el proceso de precipitación.

DÍA MUNDIAL DEL AGUA 2019. NO DEJAR A NADIE ATRÁS

El tema del DMA 2019 fue “No dejar a nadie atrás”. Se trata de una adaptación de la promesa de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de que todo el mundo debe beneficiarse del progreso del desarrollo sostenible. La agenda 2030 es una guía de ruta para transitar hacia el futuro para nuestro desarrollo (figura 12).

La primera ponencia ¿Quién es responsable del planeta? estuvo enfocada en la desigualdad del acceso al recurso hídrico. Se deja atrás sin agua potable por múltiples razones; algunos de los motivos por los que algunas personas resultan especialmente desfavorecidas en lo que respecta al acceso de agua son: el sexo y el género, la raza, la etnia, la religión, el idioma, la discapacidad, la edad y la situación económica y social (figura 13).

La segunda ponencia con el tema: Situación crítica del agua en Coatzacoalcos, en la cual se mencionó la escasez del recurso en la ciudad del Coatzacoalcos. Abordó los problemas históricos del cierre de la planta potabilizadora, e hizo énfasis en las soluciones que como universidad se pueden emprender. Entre ellas, la participación dentro del Consejo Consultivo de Sustentabilidad del municipio de Coatzacoalcos.

Figura 12. Cartel DMA 2019.



The poster for the 2019 World Water Day event is titled "PROGRAMA" in large, vertical, orange letters. It features several logos at the top: the United Nations logo with "UN WATER 22 MARZO DÍA MUNDIAL DEL AGUA 2019 No dejar a nadie atrás", the logo of the Faculty of Chemistry of Coahuila de Zaragoza University (FCQ-COATZACOALCOS), and a graphic of hands holding water. The event date is "MARZO 26. 2019 USBI". The program schedule is as follows:

Time	Activity	Speaker
10 AM	INAUGURACIÓN	Directivos de la universidad
10:15 AM	NADIE SE QUEDA ATRÁS. ¿QUIÉN ES RESPONSABLE DEL PLANETA?	Mtro. Juan Manuel Quintero Soto
11 AM	SITUACIÓN CRÍTICA DEL AGUA EN COATZACOALCOS	Ing. Eledia Tadeo Vadillo SERCOMA
11:45 AM	CALIDAD DEL AGUA EN LA LAGUNA DEL OSTION	Ing. Roberto Carlos Moreno Quiros
12:30 AM	TALLER PARTICIPA	Trae tu propia taza o termo para el coffee break que daremos

At the bottom, it says: "¡Se premiará a la taza o termo más original!"

Figura 13. Conferencia DMA 2019.



La tercera ponencia mostró la Calidad del agua de la Laguna del Ostión (mediante mapas de la zona) utilizando un sistema de información geográfica, el QGIS. Además, se expuso una herramienta del sistema para generar mapas renderizados de las variaciones de parámetros fisicoquímicos determinados en la Laguna del Ostión. Se pudo apreciar la dinámica de la Laguna y los valores picos de contaminantes.

Figura 14. Conferencia DMA 2019.



CONCLUSIONES

La gran labor realizada, se ha visto reflejada en uno de los indicadores del evento. La asistencia al mismo se puede apreciar en la figura 15 durante estos nueve años.

Figura 14. Conferencia DMA 2019.



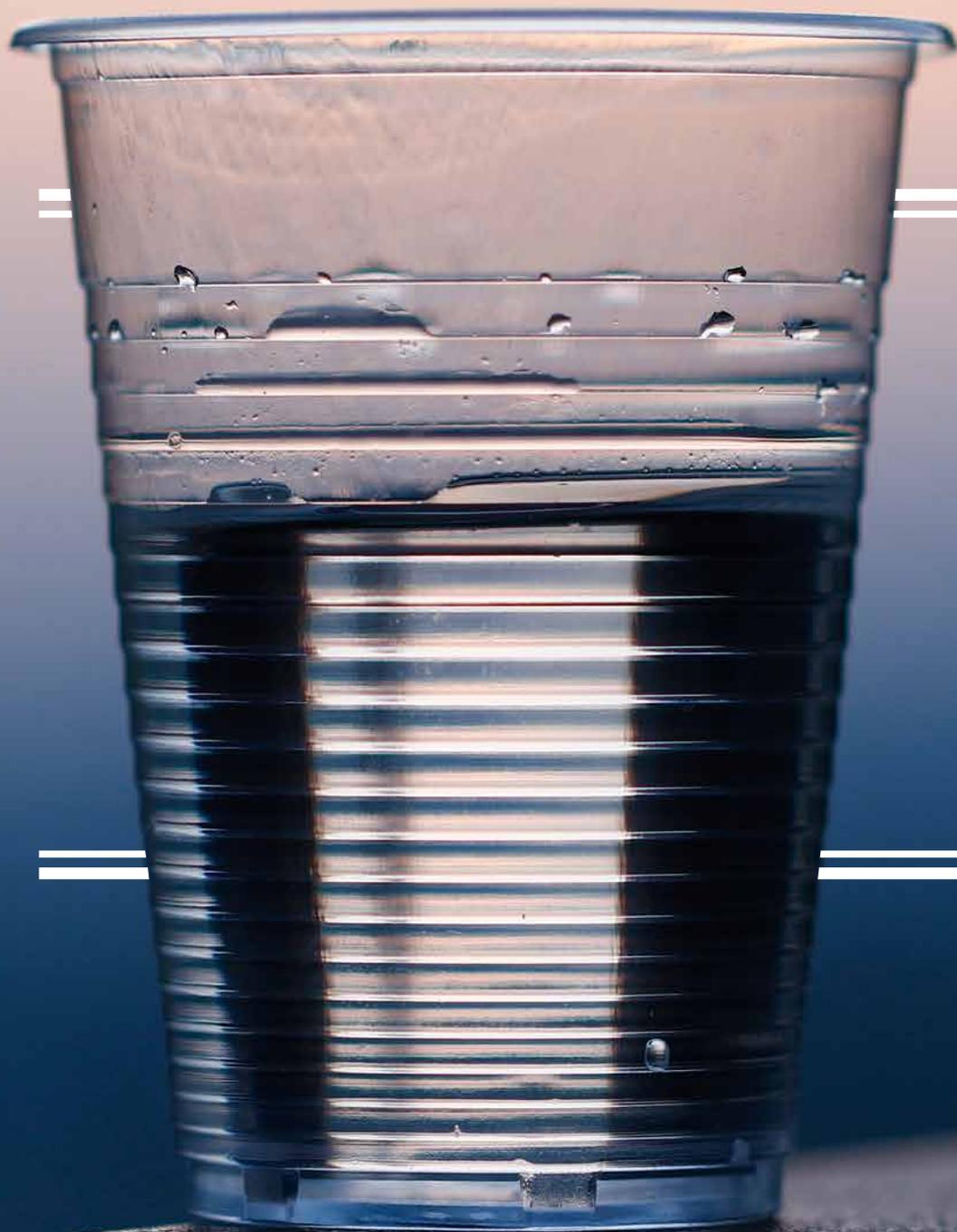
De los años trabajados en torno a este proceso de educación y concientización ambiental, se puede mencionar, sin lugar a dudas, que la participación de los temas ambientales está vigente entre la comunidad universitaria y la sociedad de Coatzacoalcos. Múltiples actores han coincidido en este camino. La tarea no es fácil y se requiere de la voluntad de todos. Algo que debemos destacar, es la perseverancia que requiere este tipo de esfuerzos, sin ella, el proceso de educación ambiental en la sociedad actual, puede quedar desvinculada de las acciones cotidianas de los seres humanos.

Finalmente podemos señalar que, por medio de la realización de este tipo de eventos, como el Día Mundial del Agua, se pueden adquirir conocimientos del tema, así como entender la complejidad del problema y valorar la colaboración mutua para desarrollar propuestas o posibles soluciones a esta serie de retos a los que nos enfrentamos actualmente. Y es la Universidad un punto de encuentro para la reflexión sobre el manejo del recurso, que puede aportar soluciones reales a los problemas de la región sur de Veracruz.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Morales, M. N., Bugdud, A. T., & Aguilar, N. Á. (2012). Evolución e importancia de la Educación Medioambiental: su implicación en la educación superior. *Educación y futuro: revista de investigación aplicada y experiencias educativas*, (26), 155-174.
- Paxtián E., García, K., (2017) *Educación y Desarrollo Sustentable. Vive la ruta del conocimiento y adquiere competencias*. Editorial Trillas. México.
- Riojas, J., De Medio Ambiente, C. D. P., & Sustentable, D., (1999). Complejidad, interdisciplina y sustentabilidad del desarrollo: una mirada desde la educación superior. *Los escenarios paradójicos del desarrollo: sociedad y sustentabilidad en México*, 4, 49.
- Solís, E. T. (2006). Algunos elementos del proceso de construcción de la educación ambiental en América Latina. *Revista Iberoamericana de educación*, (41), 69-81.
- Universidad Veracruzana (2010). *Plan Maestro para la Sustentabilidad*.





**COMITÉS LOCALES PARA EL
SUMINISTRO DE AGUA**

COMITÉS LOCALES PARA EL SUMINISTRO DE AGUA

*LAURA C. RUELAS MONJARDÍN, ANDRÉS DE LA ROSA PORTILLA Y
CIRCE A. URRUTIA REYES*

RESUMEN

En México, numerosas comunidades han constituido comités locales para la prestación del suministro de agua potable a sus localidades. Esta tradición, encuentra obstáculos cuando el gobierno mexicano emite tres disposiciones en las décadas de 1980 y 1990, para que los ayuntamientos tuvieran injerencia en el manejo de los sistemas de agua potable ubicados en su demarcación territorial. Con estas disposiciones, los comités deberían pasar la administración del agua al municipio. En el municipio de Emiliano Zapata, Veracruz, esta transferencia se ha complicado, en parte, porque el municipio ha estado prácticamente deslindado de esta actividad. La JAMOAP, organización comunitaria que presta el servicio a las localidades más importantes económicamente y pobladas del municipio, enfrenta un doble dilema. Por una parte, no sólo no recaba los recursos necesarios para dotar el servicio de agua potable de manera sostenible, sino que tampoco para el saneamiento, lo que pone en riesgo de contaminación y agotamiento de las fuentes de agua del municipio. De ahí que la propuesta de una campaña de educación ambiental entre los usuarios, impulsada por el municipio y la JAMOAP, sea indispensable. Con el fin que se construya un acuerdo negociado, para la protección del recurso agua del que depende en municipio en general.

INTRODUCCIÓN

En la historia del manejo del agua en México, los actores locales estuvieron a cargo de los aprovechamientos a pequeña escala, tales como manantiales y ríos. Una combinación de propietarios, vecinos organizados y autoridades municipales, a veces hasta distritales y gobiernos estatales colaboraban en esta tarea (Aboites, Birrichaga y Garay, 2010). Esta participación sufrió cambios, con las modificaciones que se dieron al marco legal del agua a partir de 1980. En 1980 se emitió un decreto con Acuerdo presidencial para transferirle a los estados y municipios esa atribución. En 1983, se reforma el artículo 115 constitucional que señala que los municipios están investidos de personalidad jurídica y manejarán su patrimonio conforme a la ley. También se les asigna competencia reglamentaria para ordenar lo relativo al bando de policía y buen gobierno y competencias en las áreas de agua potable, alcantarillado y saneamiento. La reforma de 1983 inició la fase de descentralización política, económica y administrativa hacía los municipios, y se convirtió en la columna vertebral del manejo de la descentralización en México. Esta reforma se da en un contexto de crisis económica que lo que en realidad buscaba era reducir la carga económica y administrativa del poder federal en este asunto, más

que reducir el control del gobierno federal en este sector (Rodríguez, 2017). Cabe recordar, que con la caída del precio del petróleo en 1981 y el aumento de las tasas de interés, el país se sumergió en una grave crisis que afectó a todos los sectores económicos, lo que lo obligó a solicitar financiamiento a instituciones financieras internacionales, como el Banco Mundial (BM), el Fondo Monetario Internacional (FMI) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) (Schmidt, 2005: 12-14). La intervención privada en el sector agua de los municipios, se fortalece en 1992, cuando se emite la Ley de Aguas Nacionales (Galindo y Palerm, 2012). Esta Ley les otorga un papel más activo a los estados en la gestión de las aguas (Rodríguez, 2017, con base en Cámara de Diputados, 1992), y se les invita a adoptar sus propias leyes de gestión de agua potable, saneamiento y alcantarillado, y fijar sus tarifas. Para ello, la Conagua colabora con diversas dependencias de los gobiernos estatales y el federal, pero sobre todo con los municipios y organismos operadores, los cuales se encargan de los servicios públicos de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Dada la necesidad de inversiones en infraestructura del sector hídrico, México buscó y recibió apoyo, vía préstamos del Banco Mundial para modificar de manera considerable la estructura administrativa, lo que implicaba comenzar por reformas del sistema jurídico (Schmidt, 2005). El modelo de privatización y de colaboración mixta se

refleja en la entonces reciente LAN (Ley de Aguas Nacionales). Se proponía que el Estado debía retirarse de las actividades de construcción de infraestructuras y de servicios, para que de esta manera se permita entrar a las empresas privadas. El entonces presidente Vicente Fox, en su plan nacional de desarrollo (2000-2006), hizo del agua una cuestión de seguridad nacional y declaró, al mismo tiempo, la importancia de asociar el sector privado a la solución de la crisis. En este contexto, en 2001, que se crea el Programa para la Modernización de Organismos Operadores del Agua (Promagua) se recibe un préstamo del BM de 250 millones de dólares (Schmidt, 2005: 21).

Con este precedente, los municipios, desde 1982, han sido empujados a permitir la entrada del capital privado en la gestión de los servicios de agua. Transnacionales del agua como Suez, Vivendi, Aguas de Barcelona, la empresa alemana Thames Water -perteneciente al grupo RWE-, y las estadounidenses Solaque y Bitwater participan entre otras cosas en los servicios de concepción, programación, construcción y operación de las redes de distribución de agua, lo mismo que en el mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales (Schmidt, 2005: 26). Esto se refleja en los tres esquemas de administración del agua a nivel municipal, que son, de acuerdo con INAFED (2019):

a) Administración directa

La creación de un órgano específico para proporcionar el servicio de agua potable y alcantarillado. Puede depender de la dirección de servicios públicos o de obra pública, o bien como Comisión Municipal de Agua Potable y Alcantarillado.

b) Organismo descentralizado

El municipio puede decidir descentralizar el servicio y crear una figura jurídica con personalidad y patrimonio propios. El organismo descentralizado podrá tomar la forma jurídica de junta, comité o Comisión Municipal de Agua Potable y Alcantarillado, cuyo titular recaería en un director general. El municipio tiene injerencia en el organismo por medio de representación en el Consejo Directivo del mismo.

c) Fideicomiso

El servicio de agua potable y alcantarillado puede prestarse por medio de un fideicomiso, constituido por el Ayuntamiento y otros fideicomitentes, con la aportación de ciertos bienes para la realización de un fin de interés social.

La figura de juntas como organización regional inter e intramunicipal, cuya operación se apoya en comités locales, es la que aún perdura, a pesar de sus limitaciones económicas para operar el servicio de suministro de agua doméstico en municipio. Si bien las juntas pueden tener mayor cobertura que el municipio y que los comités, los conflictos que enfrentan por la administración del recurso agua, las ha debilitado, en lugar de que colaboren para prestar el servicio, no sólo de suministro del agua, sino del alcantarillado y saneamiento. A esta situación de conflicto-enfrentamiento, se le suma la poca disposición de los usuarios a apoyar a las juntas. Para ilustrar esta situación, se presenta el caso de la Junta de Administración, Mantenimiento y Operación de Agua Potable, A.C. (JAMOAP), del municipio de Emiliano Zapata, Veracruz.

JUNTA PARA EL MANEJO DEL AGUA

La Junta de Administración, Mantenimiento y Operación de Agua Potable, A.C. (JAMOAP), tiene la concesión del Manantial Vaquerías II, bajo el título No. 3VER100159/28HOG94, emitido por la CONAGUA. Esta concesión le permite la explotación de 11.78 l/s del agua del manantial Vaquerías II. Proporciona el servicio de agua potable a diez localidades del municipio de Emiliano Zapata, que son: Dos Ríos (cabecera municipal del municipio), Cerro Gordo (y Los Reyes), Corral Falso, El Palmar, El Roble, Miradores del Mar, Palmarejo, Pinoltepec, Rancho Viejo y Tepeapulco. Además de al aeropuerto El Lencero y restaurantes y Balnearios de la zona, sobre todo los ubicados en Dos Ríos, Cerro Gordo y Miradores. En cada una de las 10 localidades, la JAMOAP opera a través de un comité. La máxima autoridad es la Asamblea General de Usuarios.

El manantial se ubica en la cuenca del río Actopan y a la subcuenca del río Idolos. El agua del manantial se aprovecha en un 44.67% para uso público-urbano y el 55.33% para riego agrícola, uso pecuario e industrial. Es decir, se utiliza todo el caudal y no se deja el volumen para uso ecológico que especifica la norma de carácter voluntario NMX-AA-159-SCFI-2012(SE, 2012). Aunque cabe mencionar que la concesión es por 11.78 l/s, sin embargo, se utilizan 22.85 l/s, lo que representa 1 974 240 millones de litros diarios en promedio. Para mayor información sobre la producción de agua del manantial y el consumo diario, a continuación, se presenta la tabla 1.

*Tabla 1. Aforo del manantial Vaquerías II
y su consumo diario.*

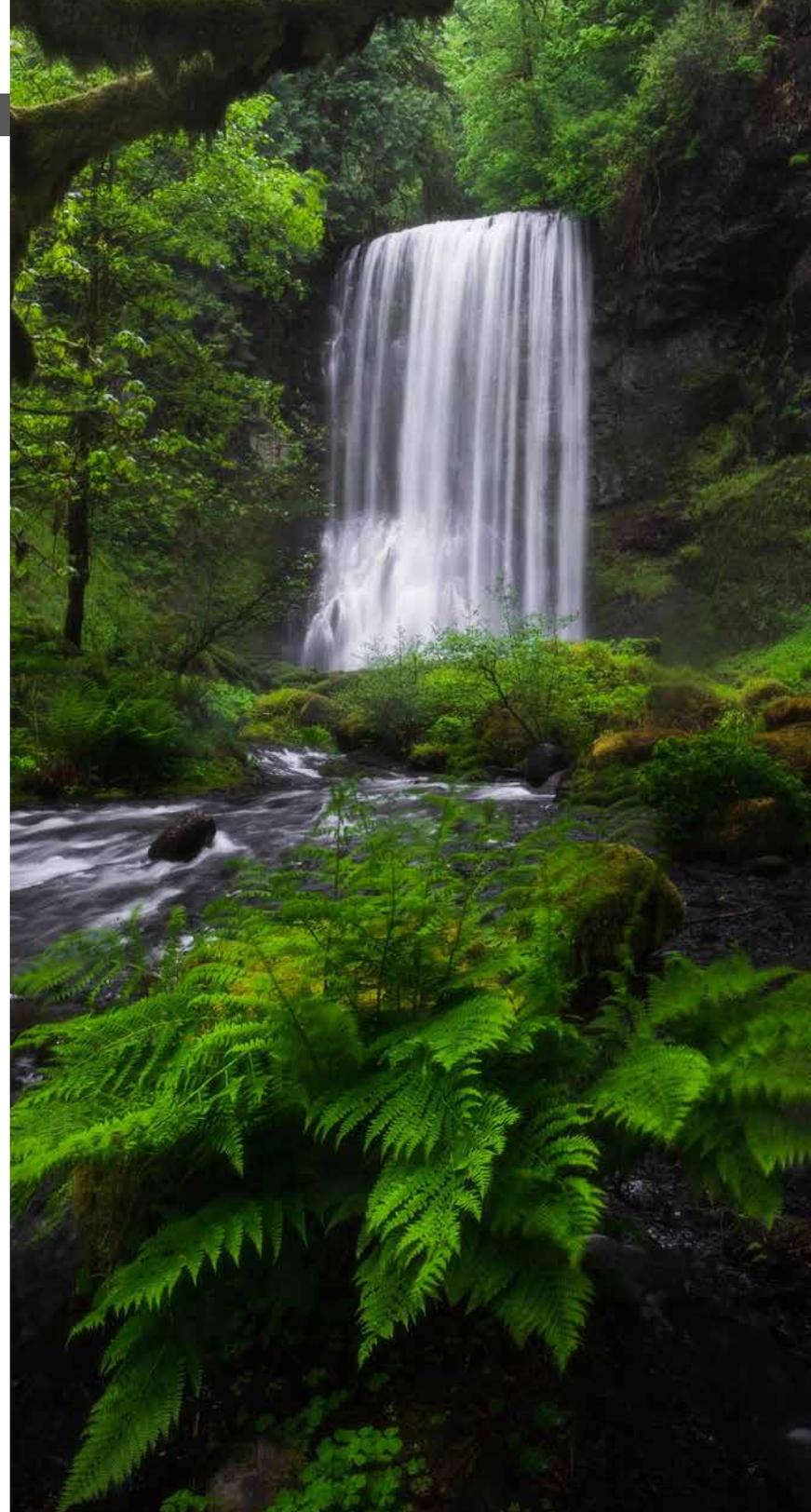
Litros de agua	Concepto
22.85	Aforo por segundo
1 371	Aforo por minuto
82 260	Aforo por hora
1 974 240	Aforo diario
8 449	Habitantes que dependen del manantial
233.66	Litros per cápita
104	Litros per cápita diario, tomado de un título de concesión de 1999

Fuente: Con base en documentos de Conagua.

Para poner en contexto las amenazas que enfrenta esta vital fuente de agua, conviene plantear los principales problemas.

Ubicación del manantial. Este se localiza en la parte baja de la microcuenca, lo que lo sitúa en una situación de vulnerabilidad, ya que de acuerdo con el Diagnóstico que elaboró el Consejo Municipal de Desarrollo Rural Sustentable (COMUNDER, 2008), el municipio enfrenta cinco problemas principales, que son, erosión, deforestación, escasez de agua, vivienda

- La erosión se relaciona con la tumba de cafetales en las zonas de barranca y a la tala de árboles en la mayor parte del municipio.
- Deforestación por tala de árboles para la edificación de nuevos fraccionamientos y para la obtención de leña para la preparación de alimentos.
- Contaminación de los arroyos ocasionados por la disposición de los residuos sólidos, beneficios de café, drenajes de la Unidad Habitacional Xalapa 2000 y de la Academia de Policía. Además, la mayoría de las casas del municipio no cuentan con drenaje y realizan sus descargas de aguas negras y grises a los arroyos aledaños. En particular, la Unidad Habitacional



“Bugambilias” y los complejos habitacionales en la zona de Las Trancas, provocan contaminación en el manantial, debido a que no cuentan con planta de tratamiento y el agua residual se descarga directamente en la zona riparia del manantial Vaquerías II. De ahí que la calidad del agua del manantial no sea la óptima. De acuerdo con un informante de CAEV (Comisión del Agua del estado de Veracruz), en 2009, el parámetro bacteriológico no es el adecuado, pues en ese momento incumplían con la NOM-127-SSA1-1994 referente al agua para uso y consumo humano.

- Escasez de agua en zonas como la Estanzuela, atribuida principalmente a la deforestación y al cambio de uso del suelo. Se ha detectado que el aforo del manantial ha disminuido en los últimos 40 años, ya que en la temporada de estiaje baja su nivel de agua. Por ello, se deben realizar tanteos por colonias en cada localidad.
- Vivienda, por la construcción de nuevos fraccionamientos en Las Trancas, que han sido construidos sin la adecuada planeación, por lo que no se cuenta con los suficientes servicios para abastecer a la creciente población.

Si bien este diagnóstico es del conocimiento de la población, debido a que se realizó mediante nueve talleres participativos, donde confluyeron autoridades y ciudadanía, se requiere identificar la disposición de la ciudadanía de la zona de influencia de la JAMOAP a pagar por el uso doméstico del agua del manantial vía la implementación de micromedidores. Para ello, primero se debe analizar si sus usuarios conocen su fuente de abastecimiento. Segundo, identificar su disposición a implementar el uso del micromedidor en sus hogares de las comunidades de Cerro Gordo, Miradores y Pinoltepec. Tercero, identificar el grado de importancia que el usuario le da a la conservación del manantial. Cuarto, evaluar la disposición de los usuarios al pago del agua para la conservación del manantial, en la parte alta, media y baja de la zona de influencia de la JAMOAP.

Para alcanzar esos cuatro objetivos, se obtuvieron del total de hogares de las localidades de Miradores, Pinoltepec y Cerro Gordo, el número de hogares y su respectiva muestra. Para los 508 hogares de Miradores, la muestra fue de 28 hogares a encuestar. Para los 194 hogares de Pinoltepec se obtuvo una muestra de 11 hogares. Para los 386 hogares de Cerro Gordo se calculó una muestra de 21 hogares. Los resultados se muestran a continuación.

RESULTADOS

En cuanto al nivel de conocimiento de la fuente de abastecimiento, se encontró que cuarenta personas (66.6%), del total de la muestra dijeron conocer de dónde proviene el agua que disponen. Aunque de estos, sólo el 5% supo que procedía de Vaquerías II. La respuesta de mayor frecuencia fue el “Manantial de Lencero (siete hogares), seguido del Chico, con cuatro hogares.

Si se considera que un manantial sano aporta servicios a la comunidad, tales como: proveer de agua, depurar el aire a través de los árboles y que además, son sitio de recreación, se preguntó ¿Qué tan importante considera que el manantial Vaquerías II se conserve en buen estado? Al respecto, es de resaltar, que nadie lo considera como “nada importante”. Mientras que la mayoría, con el 85% (51 hogares) consideraron “muy importante” conservar en buen estado el manantial. En cuanto al nivel de conocimiento sobre la fluctuación en el aprovisionamiento de agua, se les preguntó

¿Qué tan importante considera que los usuarios contribuyan al mantenimiento del manantial?. Cabe señalar, que el 68% de los jefes de familia que fueron encuestados (41 hogares), considera como “muy importante” contribuir al mantenimiento del manantial, dado que éste no siempre ha sido constante en el aprovisionamiento del agua. Mientras que el 31% lo considera “importante” (19 hogares) y sólo un hogar consideró que es “poco importante”.

Para conocer su opinión sobre el buen manejo de las aguas residuales, para que éstas se reintegren de manera positiva al ambiente, se les preguntó ¿Qué tan importante considera que sea mejorar el tratamiento de las aguas residuales de la comunidad?. En esta cuestión, el 68.33% de los jefes de familia (41 hogares), percibe como “muy importante” mejorar el tratamiento de las aguas residuales de su comunidad. Mientras que el 30% (18 hogares) lo percibe como importante.

La instalación de medidores es un asunto controvertido. Para conocer su disposición a instalar medidores en su casa, a fin de garantizar el derecho al uso del agua de cada individuo de la comunidad, de forma eficiente y equitativa, se obtuvo lo siguiente (tabla 2).

Tabla 2. Disposición a instalar un medidor en su hogar.

Código	Significado	Frecuencia	%
1	Muy en desacuerdo	12	20
2	En desacuerdo	25	41.67
3	De acuerdo	16	26.67
4	Muy de acuerdo	7	11.67
Total de frecuencias		60	100

Como puede apreciarse en la tabla anterior, cerca del 61% de los jefes de familia (37 hogares de la muestra) no están de acuerdo con la instalación de medidores en su hogar para garantizar el uso eficiente y equitativo del agua. De estos, el 20% lo percibe como “muy en desacuerdo” (12 hogares) y cerca del 42% como “en desacuerdo” (25 hogares). Mientras que 39% estuvo de acuerdo, de los cuales, cerca del 27% percibió estar “de acuerdo” y sólo el 12% lo consideró como “muy de acuerdo”. Como puede observarse la gran mayoría no está de acuerdo en la instalación de medidores para el cobro del agua, con base en el volumen de consumo.

Para indagar más en este asunto, se preguntó si estaría dispuesto a instalar un medidor para apoyar la conservación del agua. Esta pregunta tiene sustento en el hecho de que cuando las personas conocen el consumo de agua en su casa (con la ayuda de un medidor) y el precio justo que pagará por ese uso, suele reducir el gasto de agua. Este ahorro, en última instancia, sirve para que el manantial del que obtienen el agua se conserve por más tiempo como fuente abastecedora. Los resultados se muestran en la tabla (3).

Puede observarse en la tabla anterior, que el 53% de los jefes de familia encuestados “no están de acuerdo” en instalar un medidor en su hogar como medida para preservar más el tiempo de vida del manantial como fuente abastecedora de agua. De estos, casi el 12% lo percibió como “muy en desacuerdo”, mientras que sólo el 47% estuvo “de acuerdo”.

Si bien no hay una disposición generalizada para pagar por el agua vía los medidores, se trató de relacionar el pago con la necesidad de que el comité contara con mayores ingresos para la realización de sus actividades de administración y operación. De los encuestados, cerca del 68% de los jefes de familia (41 hogares) percibió estar

“de acuerdo” y “muy de acuerdo” en contribuir con los gastos operativos y administrativos del comité de agua para el mantenimiento y extensión de la red de suministro. De este porcentaje, casi el 58% percibió estar “de acuerdo”, mientras que el 10% está “muy de acuerdo”. En apoyo al comité, se preguntó a los entrevistados si estarían dispuestos a pagar una tarifa adicional a su comité de agua para la conservación y protección del manantial. La mayoría de los entrevistados, 75%, respondieron que “sí” estarían dispuestos a pagar una tarifa adicional en su comité de agua para la conservación y protección del manantial. Solamente el 25% respondió que “no” estarían dispuestos a pagar una tarifa adicional.

Tabla 3. Disposición a instalar un medidor para apoyar la conservación del agua.

Código	Significado	Frecuencia	%
1	Muy en desacuerdo	7	11.67
2	En desacuerdo	25	41.67
3	De acuerdo	20	33.33
4	Muy de acuerdo	8	13.33
Total de frecuencias		60	100

Para conocer cuál sería la cantidad máxima de dinero que estaría dispuesto a pagar como cuota adicional única a su comité para la conservación y protección del manantial, vía la implementación de un medidor en su hogar, se tomó como muestra a sólo el 75% de los jefes de familia encuestados que estuvieron de acuerdo en pagar una cuota adicional para la conservación y protección del manantial. Al respecto, se encontró que la cantidad mínima a pagar fueron \$50.00 y la máxima \$200.00. El 50% (33 hogares) de la muestra prefirió hacer el pago adicional de manera anual, mientras que el 10% (6 hogares), estarían dispuestos en hacerlo de manera mensual.

A aquellos encuestados (25% de la muestra) que no estuvieron dispuestos a hacer el pago adicional, se les preguntó el motivo de su respuesta. De esta muestra, el 50% reconoció no poder hacerlo por problemas económicos (7 hogares). Cuatro hogares que dijeron que ya estaban haciendo el pago, se verificó esta información y se pudo registrar que sólo dos de estas personas ya realizaban su pago, que era de \$180.00 y \$140.00.

Para poner en contexto las respuestas anteriores, vale la pena mencionar las características sociodemográficas de las personas encuestadas. A saber, el 63.33% fueron mujeres, que en su gran mayoría tenían como ocupación el hogar con un 36.77%. Del porcentaje total de la población, el 33% no especificó la actividad a la que se dedicaba. El 29.93 trabaja o estudia o tiene otro tipo de ocupaciones. En cuanto al estado civil, 60% son casadas y el 40% tienen otro estatus legal. El 40% cuenta con estudios de nivel primaria, el 30% con secundaria, el 10% con bachillerato, un 15% cuenta con educación superior y un 5% no cuenta con estudios.

El núcleo familiar en su mayoría consta de cuatro integrantes, en casos aislados, puede alcanzar hasta doce integrantes. Con esta composición, se puede adelantar que el consumo de agua se incrementa tres veces más que el de las familias promedio, pero también se observa que el pago que se realiza es el mismo que el de las familias pequeñas.

La mayor parte de los integrantes de las familias han vivido la mayor parte de sus vidas en su localidad (alrededor de 30 años). Los habitantes de Pinoltepec son los que tienen mayor antigüedad de residencia. En cambio, los de Miradores tienen el menor tiempo, en gran medida, porque los asentamientos son relativamente recientes.



El 86% de los hogares está integrado por un solo núcleo familiar. En menor medida, el restante 14% está formado por varias familias procedentes de la misma línea de generación, que comparte el uso de la toma de agua.

En cuanto al conocimiento que tienen del manantial Vaquerías II, se puede decir que el 66.6% de la población identifica la ubicación geográfica del lugar de donde proviene el agua que se les suministra a sus hogares. Aunque en realidad, sólo el 5% conoce con exactitud el nombre del manantial.

Los encuestados coinciden en que es muy importante mantener el manantial en condiciones óptimas (85%) y un 13.3% lo considera importante. El 98.3% está consciente de que la conservación es importante para que se continúe con el suministro del recurso. Sólo el 1.7% de los encuestados consideró como poco importante la conservación del manantial.

Es de llamar la atención, el que la totalidad de la población muestreada esté de acuerdo en que se le debe dar un mantenimiento constante al manantial. El 80% estuvo muy consciente de esta necesidad y el 20% estuvo consciente de ello. Sin embargo, cuando se les preguntó su disposición a contribuir económicamente para este mantenimiento, el 91% estuvo consciente de la importancia de contribuir y el 68% estuvo totalmente consciente de contribuir.

Con respecto al tratamiento de las aguas residuales, un 68.33% lo considera muy importante, mientras que el 30% lo considera importante.

En cuanto a la disposición para la instalación de micromedidores, llama la atención, que un 61% de la población no está de acuerdo en aceptar la instalación de un medidor en su hogar. Cuando se relacionó este asunto de la instalación del medidor para conservar por mayor tiempo el manantial como fuente de abastecimiento, el 53% dijo no estar de acuerdo con su instalación. Sin embargo, la disposición para aceptar la instalación de un medidor con fines de detección y reducción de fugas y conexiones clandestinas para una mayor eficiencia en distribución y abastecimiento de la red de agua fue el 58%.

A diferencia de la renuencia de los usuarios a la medición del volumen del agua consumida, estos sí mostraron disposición para pagar una tarifa para apoyo de las actividades de los comités. El 68% está de acuerdo en apoyar recursos para la extensión y mantenimiento de la red de abastecimiento. Este apoyo también se observa en los pagos de la tarifa del agua. Ya que el 98.3 de los usuarios declaró pagar los derechos de agua, una cuota promedio de \$377.90. Misma que suele realizarse de manera anual.

Con respecto a la disposición a pagar una tarifa adicional al Comité de Agua para la conservación y protección del manantial, el 75% de los usuarios estuvo de acuerdo. La tendencia a pagar por dicha tarifa es de \$100.00, con una mínima de \$50.00 y una máxima \$200.00 anuales.

Sobre la indagatoria de la disposición a pagar una tarifa adicional al comité de agua para la conservación y protección del manantial, el 75% de los usuarios estuvo de acuerdo. La tendencia en cuanto a la tarifa a pagar es de \$100.00, con una mínima de 50 y una máxima de \$200.00 anuales. El 25% de las personas que no estuvieron de acuerdo en aportar una cantidad adicional, lo hicieron por motivos económicos (50%) y otros (28.6%) por estar ya realizando dicho pago.

CONCLUSIONES

Es pertinente resaltar que la JAMOAP y sus comités de apoyo por localidad, se encuentran entre la disyuntiva de seguir prestando el servicio de agua potable a una población cada vez en aumento. No sólo del municipio de Emiliano Zapata, sino también del municipio de Xalapa. Ya que Emiliano Zapata quedó comprendido dentro de la zona metropolitana de Xalapa, la cual, ante las restricciones de crecimiento hacia los municipios circundantes como Banderilla y Coatepec, lo está haciendo hacia Emiliano Zapata.

A la creciente demanda poblacional se le suma las restricciones legales que pugnan porque los sistemas de agua potable, drenaje y saneamiento sean absorbidos por los municipios o los entes que ellos designen. Esta falta de reconocimiento legal a las instancias comunitarias se traduce en que las juntas y comités no puedan tener acceso a los apoyos federales vía CONAGUA, a los estatales y municipales.

Además, las reformas legales al artículo 4to constitucional que obligan a los municipios a prestar el servicio en cantidad y calidad, deja a las juntas en desventaja, debido a que no cuentan con la infraestructura, recursos y personal capacitado

para proporcionar el alcantarillado y saneamiento. Máxime, cuando el cobro por el servicio, que es la principal alternativa para gestionar la escasez y el manejo de las aguas residuales, es una limitante en estos órganos comunitarios. Si bien hay disposición de los encuestados a realizar un pago por la conservación del manantial, están renuentes a establecer micromediciones en los hogares.

La micromedición no sólo permite incentivar el uso eficiente del agua, debido a que el pago por el agua depende del volumen consumido. Quien más consume, paga más y viceversa. Las tarifas planas no incentivan el uso eficiente del agua. Esto está ampliamente demostrado. De ahí que el principal motivo de los encuestados para no aceptar la instalación del medidor sea el temor de que el valor de la cuota actual que se paga por la prestación del servicio se incremente. Se pudieron observar casos de varias familias, que con una sola toma se abastecen hasta 12 habitantes. Aunque las personas conocen que al instalar un medidor se puede contabilizar el suministro y arrojar un pago más equitativo del servicio, el 61% mostró desacuerdo con la instalación de un micromedidor en su residencia. Sólo el 39% permitiría la instalación

de un medidor en su domicilio si de esta forma se garantiza un pago equitativo y una mejor prestación del servicio.

El 93% está consciente de que la conservación del manantial puede garantizar el suministro en el tiempo en cantidad y calidad del recurso. Pero, a pesar de este porcentaje, el 53% manifiesta que no permitirá instalar un medidor en su vivienda aunque la finalidad sea la conservación del manantial. Lo que permite visualizar que la percepción del recurso económico es mucho más fuerte que los criterios de conservación y bienestar que se puedan percibir con la implementación de esta medida.

La experiencia en el trabajo de campo permite inferir que existe todavía una total falta de comprensión en cuanto al valor real de lo que aporta el micromedidor, de sus ventajas, y por lo mismo, existe un caudal de supuestos en torno a la propuesta de implementación de esta opción en los hogares de las comunidades a las que la JAMOAP presta el servicio. Por otra parte, se pudo apreciar que la Junta (JAMOAP) ha sido ambigua en cuanto a los programas de información hacia los usuarios respecto al uso de los dispositivos de medición. Esto ha dificultado la aceptación y el lazo con el organismo en cuestión. Con base en lo anterior es que se presentan las siguientes recomendaciones.

RECOMENDACIONES

1. Realizar campañas de difusión, divulgación y educación ambiental para que se revaloren las funciones que a la fecha ha llevado a cabo la JAMOAP, como organismo que atiende las necesidades locales de suministro de agua a nivel inter e intramunicipal. Esta revalorización, no sólo se debe dar entre la población local, sino también con las autoridades municipales, estatales y federales, para que se suministren los apoyos para ampliar infraestructura de agua potable, se construya el alcantarillado y en el mediano plazo, el saneamiento. El saneamiento permitiría el reuso del agua residual tratada en actividades de riego agrícola, en la jardinería y floricultura. De esta manera, el agua del manantial Vaquerías II no sería destinada para riego.
2. Proporcionar herramientas que alienten a la comunidad a desarrollar una cultura del agua. Esto significa, en primer lugar, instaurar nuevos criterios sociales para entender el significado del agua. En segundo lugar, entender que desde que aparece el ser

humano en el escenario de la Tierra, a partir del paleolítico superior, apenas diez mil años, el agua empieza a convertirse también en un recurso; es decir, en un bien necesario para crear y alimentar determinados sistemas productivos, generar formas de bienestar, facilitar la navegación fluvial y el comercio, eliminar desechos de su actividad, generar energía, etc. Todo eso acontece en un proceso lento e inocuo al principio, que en los últimos doscientos años, se acelera de forma eclosiva a través de intervenciones en el medio natural, donde “todo vale”, porque el progreso lo justifica. En tercer lugar, hay que entender que el agua -con ser un bien natural necesario para el funcionamiento armónico del ecosistema terrestre en su actual equilibrio, y representar para el ser humano un recurso en parte necesario y en partepreciado y apetecido-, es también otras muchas cosas más que no pueden ser ignoradas ni minimizadas. El es el símbolo de la vida, es belleza, es emoción estética profunda y valor simbólico sublime. El agua ha sido y es el símbolo de numerosas liturgias en todas las culturas de la historia de la humanidad; para muchos pueblos ha sido y es una fuente pública y gratuita de proteínas, la base y la garantía de su alimentación y su fuente de aprovisionamiento de agua para la ingesta.

AGRADECIMIENTOS

Este capítulo retoma el trabajo de campo que coordiné como docente del curso de Manejo integral del agua, en El Colegio de Veracruz. Dado que el trabajo de los alumnos aporta información muy útil para revalorar la participación de los comités comunitarios del agua, me pareció oportuno retomarlos. Los alumnos de dicho curso y que participaron en el trabajo de campo fueron: Riguel Carrera Limón, Gabriel Esquivel López, María Lilia González Téllez, Alejandro Hernández Peralta, María de Lourdes Mora García, Marco A. Morales Martínez, Esther M. Palma Cabrera, Margarita Pedraza López, Dinah A. Pelayo Ronzón, Claudio A. Pérez Alcalá, Lissy Rodríguez Molina, Luis Carlos Sandoval Herazo y Jorge Villa López. Este trabajo no hubiera sido posible sin el apoyo de Don Herlindo Molina Hernández, en ese entonces, director general de la JAMOAP.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aboites, L., Birrichaga, D. y Garay, 2009. El manejo de las aguas en el siglo XX. En: M.L. Torregrosa, B. Jiménez y L. Aboites (ed.). El agua en México: cauces y encauses. Academia Mexicana de Ciencias y Comisión Nacional del Agua, México. Pp.21-49
- Consejo Municipal de Desarrollo Rural Sustentable (COMUNDER). 2008. Emiliano Zapata: diagnóstico municipal. <http://portal.veracruz.gob.mx>. Consultado el 24 de mayo de 2015.
- Galindo Escamilla, E., y Palerm Viqueira, J. 2012. Toma de decisiones y situación financiera en pequeños sistemas de agua potable: dos casos de estudio en El Cardonal, Hidalgo, México. Región y sociedad, vol. XXIV, núm. 54. pp: 261-298.
- INAFED. La administración de servicios de agua potable y alcantarillado. <http://www.inafed.gob.mx>. Consultado el 19 de octubre de 2019
- Martínez Gil. E.J. 2008. Una Nueva Cultura del Agua en un mundo en crisis. Colecc. Actas, 71. Fundación Seminario de Investigación para la Paz. Jornadas El agua derecho humano y raíz de conflictos. Zaragoza. Págs. 549-564
- Rodriguez Valadez, J.M. 2017. Evolución del artículo 115 constitucional. Conferencia presentada en el Primer Centenario de la Constitución de 1917 “Visiones transversales sobre la Constitución de 1917”, celebrada los días 9, 10 y 11 de febrero de 2017 en Zacatecas, Zac.
- Schmidt, G.2005. Cambios legales e institucionales hacia la privatización del agua en México, estudio encargado por la organización Panpara el Mundo para los talleres El derecho humano al agua en la agenda política y social centroamericana, Managua, disponible en: < <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd59/agua-mexico.pdf>>.



**¿QUÉ 100 AÑOS NO ES NADA?
ACCIONES COLECTIVAS EN LA
GESTIÓN COMUNITARIA DEL AGUA**

¿QUÉ 100 AÑOS NO ES NADA? ACCIONES COLECTIVAS EN LA GESTIÓN COMUNITARIA DEL AGUA

*ADRIANA GUZMÁN REYES,
DANÚ ALBERTO FABRE PLATAS*

RESUMEN

Ixviontla es una comunidad perteneciente al municipio de Ixhuatlán del Café, en donde por más de 100 años ha prevalecido el problema de la disponibilidad del agua, pues debido a su ubicación geográfica resulta imposible dotar de la infraestructura necesaria para contar con este vital líquido.

A pesar de ubicarse en una zona rural y de muy alta marginación, los habitantes de la comunidad han llevado a cabo algunas acciones para la obtención del agua, ya que las peticiones a las autoridades locales no habían funcionado hasta el momento.

Sin embargo, a varios años de permanecer en su territorio a pesar de las condiciones precarias de vida, la comunidad se organiza para la gestión del agua y participa en diversas acciones colectivas para el bien común.

Por ello, el siguiente texto tiene la finalidad de contar la experiencia del Trabajo Recepcional desde la Maestría en Gestión Ambiental para la Sustentabilidad, a partir de la articulación con las estrategias del Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 en las que se contribuye a una de las necesidades más sentidas de la comunidad de Ixviontla.

A MANERA DE ENTRADA...

El texto que se conversa a continuación, es resultado de las aportaciones generadas desde el Trabajo Recepcional de la Maestría en Gestión Ambiental para la Sustentabilidad, de la Universidad Veracruzana, en el que desde un enfoque participativo se abordaron tres grandes rubros: el bosque, el suelo y el agua, desde la acción y gestión comunitaria para la identificación de problemáticas de impacto en las tres dimensiones de la sustentabilidad, lo económico, lo social y lo ambiental, así como de la planeación y ejecución de medidas de preventivas, correctoras o compensatorias de impactos ambientales.

El trabajo denominado “Gestión comunitaria a partir de una estrategia socio-ambiental en Ixviontla, Ixhuatlán del Café, Veracruz” pretendió como Objetivo General el Implementar una estrategia de gestión mediante la conformación de una red intra e inter comunitaria, a través de iniciativas de participación organizada que facilitaran la generación de procesos orientados hacia el Buen Vivir.

Para ello, fue necesario plantear tres objetivos particulares: Obj. 1. Generar un diagnóstico comunitario, que favoreciera la actualización de información local para facilitar la toma de decisiones fundamentadas en los principios del desarrollo sostenible en torno al manejo de sus recursos naturales, Obj. 2 Facilitar iniciativas desde y con los miembros de la comunidad mediante la recuperación de experiencias comunitarias propias y de contextos similares, facilitando un intercambio de saberes en distintos espacios y Obj. 3 Integrar una estrategia de trabajo comunitario a partir de la sistematización, evaluación y socialización del proceso colaborativo de red.

Como resultado, en el Objetivo 1 se obtuvo información valiosa con relación al uso de los recursos naturales de mayor uso al interior de la comunidad, entre los que destacan como campos de acción el bosque, el suelo y el agua. El objetivo 2 procuró dar continuidad a las inquietudes comunes, a través de estrategias colectivas de gestión comunitaria, en la que se vieron involucrados a manera de red, distintos actores sociales. Finalmente, con el objetivo 3 se logró sistematizar la estrategia implementada, que permitió identificar los aspectos a considerar para alcanzar los logros obtenidos derivados de la participación comunitaria.

Así pues, nos corresponde hablar sobre el tema del AGUA uno de los rubros identificados dentro del trabajo ya mencionado, y en este caso aludir a la problemática de la disponibilidad de este valioso recurso en una de las comunidades de mayor índice de marginación en el municipio de Ixhuatlán del Café, Veracruz, por lo que a continuación presentaremos información sobre el lugar de trabajo, para posteriormente reflexionar sobre las implicaciones de esta problemática en las zonas rurales y finalmente hacer referencia a las alternativas de solución que se han planteado para resolverlo.

SOBRE EL LUGAR SELECCIONADO

Este apartado conduce a ubicarnos en un contexto regional y local, haciendo mención de las características e información geográfica municipal, así como de la localidad en la que se implementó la estrategia de gestión. Cabe mencionar que la información del municipio abunda en relación con la información local, ya que de ésta última, los datos se tornan insuficientes, por lo que a continuación se recupera de manera casi textual lo correspondiente al municipio, tomado de INEGI (2009) Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Ixhuatlán del Café, Veracruz de Ignacio de la Llave, Clave geo estadística 30080.

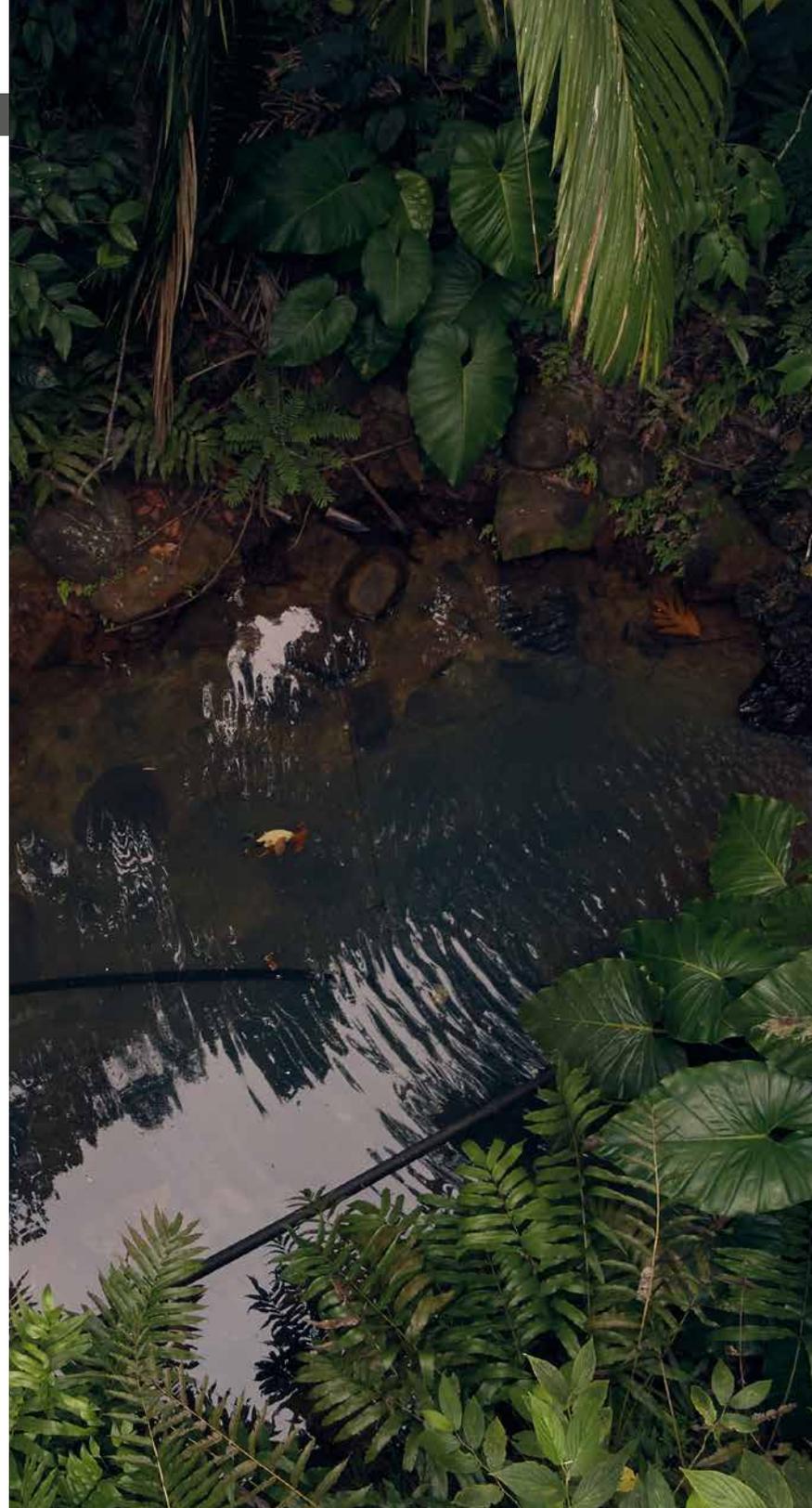


Figura I. Ubicación del municipio de Ixhuatlán del Café en el estado de Veracruz.



Fuente: Sistema de información municipal Cuadernillos Municipales 2015. Ixhuatlán del Café, Veracruz. Subsecretaría de Planeación.

Ixhuatlán del Café pertenece al estado de Veracruz, se ubica geográficamente entre los paralelos 18° 57' y 19° 06' de latitud norte; los meridianos 96° 50' y 97° 01' de longitud oeste; altitud entre 800 y 1 900 m. Colinda al norte con los municipios de Coscomatepec, Huatusco y Tepatlaxco; al este con los municipios de Tepatlaxco y Atoyac; al sur con los municipios de Atoyac, Amatlán de los Reyes y Córdoba; al oeste con los municipios de Córdoba, Tomatlán y Coscomatepec.

Cuenta con 32 localidades y una población total de 19 404 habitantes, ocupando el 0.18% de la superficie del estado. Su clima varía entre el semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano (54%), semicálido húmedo con lluvias todo el año (41%) y templado húmedo con abundantes lluvias en verano (5%). El rango de temperatura es de 16-22°C y el rango de precipitación corresponde a 1 900 – 2 100 mm.

Los suelos dominantes para el municipio son leptosol (39%), andosol (32%) y luvisol (27%). En uso de suelo y vegetación, un porcentaje mayor se concentra para la agricultura (68%) y el bosque (27%), mientras que pastizal (3%) y zona urbana (2%) ocupan un menor porcentaje.

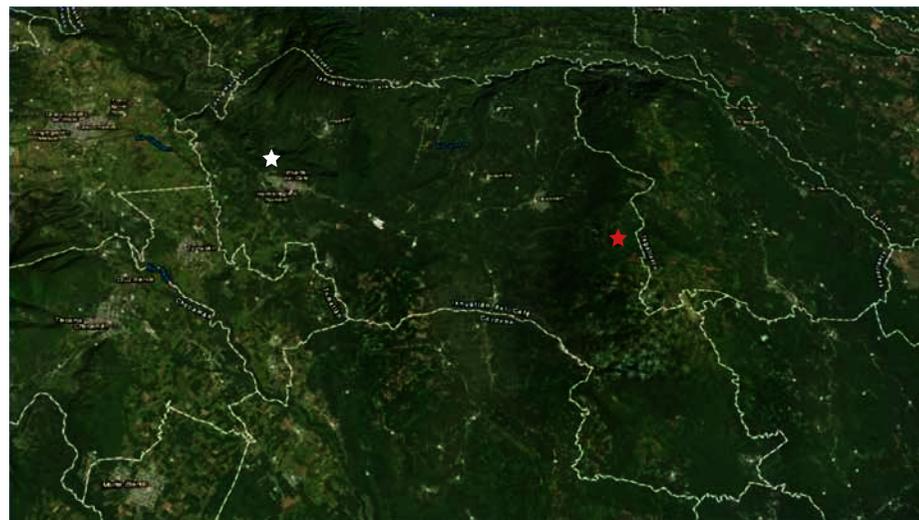
En hidrografía, el municipio pertenece a la región hidrológica del Papaloapan y es ubicado también en la Cuenca y Subcuenca del Río Jamapa y otros, como el Río Atoyac. No cuenta con cuerpos de agua, sin embargo si posee corrientes de agua perenne del Jamapa e intermitentes del Chalajapa.

En Ixhuatlán del Café, se encuentra la localidad de Ixviontla que pertenece a una de las 35 localidades que conforman el municipio. Esta localidad rural, actualmente cuenta con una población aproximada de 40 habitantes distribuidas en diez viviendas, con grado e índice de marginación muy alto; esta comunidad es considerada una zona de atención prioritaria rural y se encuentra dentro del programa para el desarrollo de zonas prioritarias (SEDESOL, 2013).

Ixviontla, geográficamente se encuentra ubicada en sierra volcánica de laderas tendidas, siendo una localidad con clima Semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano. Su geología es de tipo sedimentaria mientras que los suelos dominantes son el leptosol, con un uso de suelo dedicado a la agricultura (principalmente de maíz, frijol y chile) y una amplia cobertura de vegetación y Bosque Mesófilo de Montaña.

En la figura 2 que se muestra a continuación, es posible observar la delimitación geográfica del municipio de Ixhuatlán del Café; así como la distancia entre la cabecera municipal (figura de una estrella blanca) y el ejido Ixviontla (figura de una estrella roja).

Figura 2. Delimitación geográfica del municipio de Ixhuatlán del Café.



Fuente: Google maps, 2018, vista satelital del municipio de Ixhuatlán del Café Ver.

La forma para poder llegar desde la cabecera municipal hasta la comunidad es por medio del transporte rural, tomando la ruta Ixhuatlán-Ocotitlán; y al estar en Ocotitlán se debe tomar un sendero que atraviesa un cerro para llegar al punto donde comienza el camino ascendente hacia Ixviontla. Esta opción resulta un tanto insegura para quienes realizan este trayecto, por las condiciones de la vereda que sube y baja el cerro, ya que es un camino sólido poco utilizado y puede haber la presencia de coralillos (*Lampropeltis triangulum*) y otro tipo de fauna local que pone en riesgo la seguridad de quien transite por allí.

Otra forma de llegar es por medio de transporte rural directo desde la cabecera municipal hasta donde comienza el camino hacia Ixviontla, es el punto denominado el árbol o las cuevitas, que es el sitio donde se encuentra un árbol (Zempalegua) de gran altura sobre unas rocas que hacen la forma de una cueva. La copa del árbol sobresale de entre todos los que hay en el bosque, y hasta este punto las camionetas rurales o piratas cobran \$150 pesos por llevar hasta esa zona, debido a que no existe una vía de transporte pavimentada, sino que la llegada es mediante veredas y caminos, haciendo un tiempo aprox. de 40 minutos desde la cabecera municipal hasta ese punto.

Como puede apreciarse en la figura 3, desde la ruta del árbol o cuevitas (que es donde se encuentra el círculo amarillo) hasta la zona habitada, se camina cuesta arriba tres kilómetros aprox. debido a que se encuentra a una altura de 1680 m s. n. m. y las condiciones del tiempo son siempre húmedas, el camino que es de tipo barroso, impide que algún medio de transporte pueda llegar hasta la zona más alta, que es donde se encuentran las viviendas. Cabe mencionar aquí, que solo existen unas rampas (o rodadas) construidas al principio del camino, sin embargo el resto se encuentra en otras condiciones, es decir; hay la presencia de lodo, monte, rocas y grava, que dificultan e impiden el traslado en vehículos.

Figura 3. Ruta desde el árbol-cuevitas hasta la comunidad de Ixviontla.



Fuente: Google maps 2018, vista satelital.

Algunas imágenes se han obtenido a partir de un acercamiento hacia la zona donde se encuentra ubicada la comunidad de Ixviontla a partir de los datos generales del municipio, en las que se describen las características de la localidad seleccionada, para identificar rasgos de clima, corrientes de agua, elevación e información sobre el uso de suelo y vegetación basado en fuentes como el INEGI e información del CONABIO.

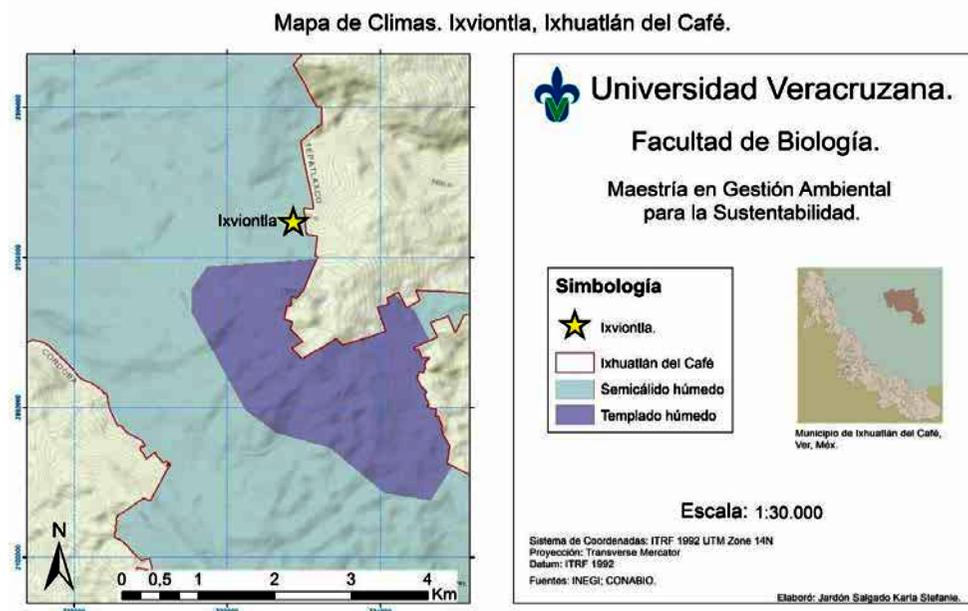


Fig. IV. Fuente: INEGI, CONABIO 1992. Clima en Ixviontla, Ixhuatlán del Café.

Ixviontla, se encuentra entre los climas Semicálido húmedo y templado húmedo. Esto es que a su vez relacionado con el tipo de suelo (luvisol) y a las características de la cubierta vegetal (bosque mesófilo de montaña) que de acuerdo a la Guía para la interpretación de cartografía climatológica del INEGI, corresponde al Semicálido húmedo del grupo C (A) C (m), temperatura media anual de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Lluvias de verano, precipitación del mes más seco mayor de 40 mm. Porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

Sin embargo también abarca una zona de clima templado húmedo C (m), temperatura media anual entre 12°C y 18°C. Temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C, precipitación en el mes más seco menor de 40 mm. Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

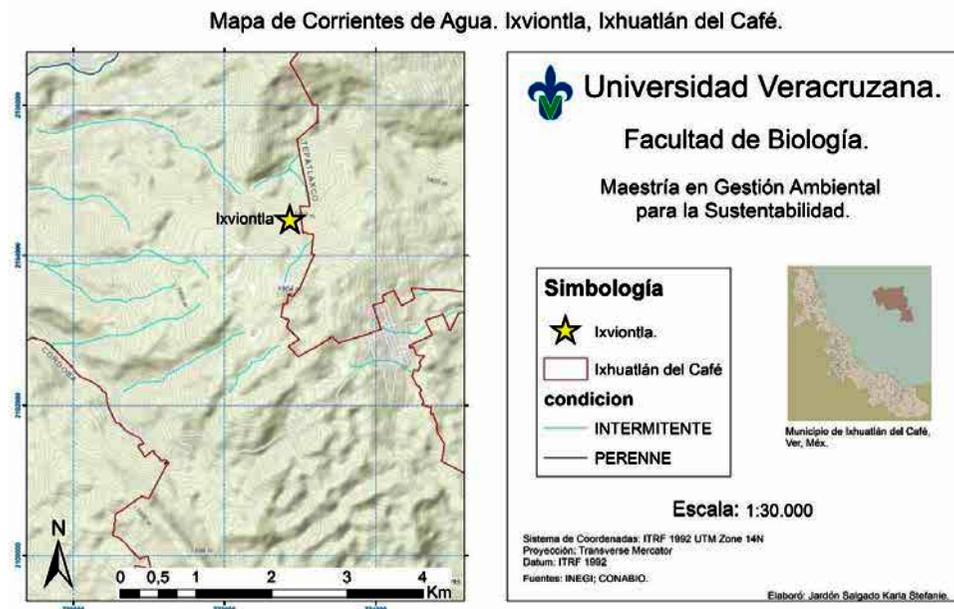


Fig. V Fuente: INEGI, CONABIO 1992. Corrientes de agua en Ixviontla, Ixhuatlán del Café.

La localidad cuenta con varias corrientes de tipo intermitente, así como corrientes perennes; esto quiere decir que existen corrientes sin corriente efímera y corriente que fluye sólo en respuesta directa a la precipitación o al flujo de una fuente intermitente. Las de tipo perenne corresponden a corrientes de agua continua que desembocan en otra (en este caso la Subcuenca del Río Jamapa), así como corrientes que tienen agua sólo durante alguna parte del año (por lo general, en la época de lluvias). Aquí cabe señalar que el río más cercano se encuentra a 17 kilómetros, por lo que resulta inaccesible para los habitantes de la comunidad poder recurrir hasta la zona de la Ixhuatequilla, así denominado a uno de los brazos del Río Jamapa que pasa por esta región.

Ixviontla, se ubica a una altitud de 1633 metros sobre el nivel del mar, y debido a esto, en ésta localidad predomina uno de los principales ecosistemas, el bosque mesófilo de montaña reconocido por su elevada biodiversidad y éste se caracteriza principalmente por la presencia frecuente o persistente de nubes a nivel de la vegetación (Hamilton,

1995). Esta definición basada en el clima refleja la importancia de las nubes o niebla para la ecología de este ecosistema. De ahí que también se le conozca como bosque de niebla, selva nublada, bosque nebuloso y bosque nublado (CONABIO, 2010).

En esta zona también se lleva a cabo la agricultura de temporal en dónde la principal actividad productiva es el cultivo de maíz, seguido del frijol y el chile. Además de ello, la localidad comprende una breve porción de vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña en la que se encuentra gran variedad de flora y fauna silvestre.

La población se integra por 12 hombres mayores de 18 a 90 años, 11 mujeres mayores de 18 a 90 años, y 16 niños de 0 a 17 años; haciendo un total de 39 pobladores que habitan la zona más alta de la comunidad.

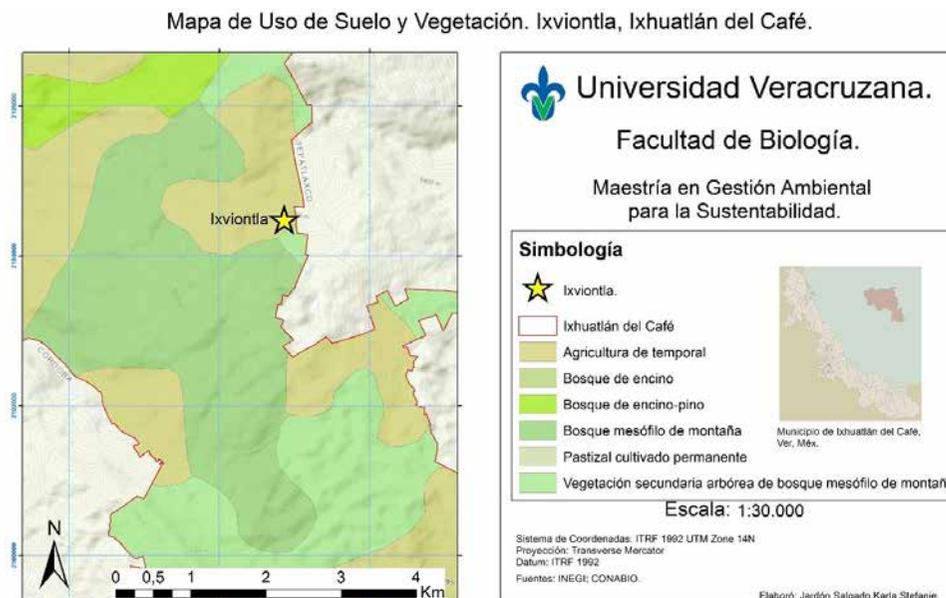


Fig. VI. Fuente: INEGI, CONABIO 1992.

Uso de suelo y vegetación en Ixxviontla, Ixxhuatlán del Café.

IMPLICACIONES EN TORNO A LA DISPONIBILIDAD DEL AGUA

La condición de marginación resulta notoria principalmente con la falta de servicios básicos como el agua potable y drenaje, por lo que los habitantes de la comunidad se adaptan a las condiciones del lugar mediante formas improvisadas. Es por ello, que el agua potable ha sido una de las necesidades más importantes (indispensable para el consumo e higiene y principalmente para la agricultura) que no ha tenido solución inmediata debido al escaso presupuesto del municipio para poder facilitar el servicio en la comunidad.

De acuerdo al estudio microhistórico del lugar, se señala que el primer registro de esta localidad fue en el año 1886, en los inicios de la conformación del municipio y las primeras congregaciones o también llamadas rancherías. Ixviontla aparece con una población de 59 habitantes, sin embargo años atrás se sabe que aquel lugar ubicado entre lo alto de las montañas, llegó a alcanzar una población de 250 habitantes.

Sin embargo, debido a las condiciones de pobreza y marginación que se vivía en aquel entonces y a la falta de agua potable, así como de otros servicios indispensables para vivir, es que la gente comenzó a migrar hacia zonas más urbanas, en las que podían tener acceso a otros servicios que satisfacían sus necesidades básicas, logrando así una población menor que permaneció allí a pesar de las condiciones del lugar.

Una de las soluciones que la comunidad ideó, fue la captación de lluvia de manera provisional, en la que se lograba captar una mínima cantidad de agua de lluvia en recipientes como botes o cubetas, colocados alrededor de sus viviendas de techos de lámina de cartón o lámina de zinc.

El problema de la disponibilidad de agua conformó una de las principales problemáticas, pero también un detonador para la organización comunitaria, ya que en periodos de sequía, este recurso era necesario principalmente para el consumo, por lo que la gente se veía en la necesidad de buscar formas de obtención del agua, como lo refieren los habitantes en entrevistas realizadas.

Cuando se nos acaba el agua vamos a traer al pozo...es un pozo natural, casi siempre tiene agua, pero ya por marzo o abril es cuando ya se acaba. Entonces hay que salir a buscar, van a traer con viaje, porque para que vengan cargando... (IXVMMMA36, comunicación personal, 2019).

Ya nos metimos a ver a los sótanos al fondo, pero no tienen agua, están secos (IXVHRA82, comunicación personal, 2019).

La gente de la comunidad narra que cuando encuentran un pozo o cuerpo de agua, se organizan para ir juntos, llevan consigo recipientes para poder almacenarla y transportarla hasta la zona habitada, esto mediante la contratación de un vehículo o camioneta rural, en la que se trasladan aproximadamente 7 kilómetros, para poder llevar a sus viviendas este vital recurso.

Sin embargo, esta no ha sido la única acción en la que se han organizado para resolver dicho problema, ya que ante los problemas relacionados con la disponibilidad de agua, mismos que tienen que ver con el tema de la salud, han externado por años a las autoridades locales la necesidad de apoyo a su comunidad para la obtención de este recurso.

En el Informe final de la ONU titulado “Agua limpia para un mundo sano” se indica que la necesidad básica por persona y por día es de 20 a 40 litros de agua libre de contaminantes nocivos y de agentes patógenos, aunque esta cifra aumenta a 50 litros cuando se tiene en cuenta la necesidad de cocinar y asearse (Nieto, 2011).

Las consecuencias del problema de la disponibilidad del agua, se reflejan en los casos severos de deshidratación principalmente en niños y personas de la tercera edad, así como de infecciones en la piel por falta de higiene, entre otras enfermedades comunes relacionadas, por lo que cada vez se hace más necesaria la gestión del agua para esta comunidad.

Anualmente 1.7 millones de personas perecen a causa de la diarrea, la mayoría de ellas, niños menores de cinco años. Más aún, 2.2 millones de muertes pueden ser evitadas si se tuviera acceso al agua limpia. Generalmente, las muertes se registran en zonas con bajos niveles de higiene y en áreas con dificultad para la obtención del líquido (Nieto, 2011).

ALGUNAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN ENTORNO A LA GESTIÓN DEL AGUA

Recurso vital, el agua se inscribe en la cadena de las necesidades absolutas para la conservación de todas las especies vivientes. Recurso vital no sustituible, es por naturaleza el elemento más irremplazable de la vida. Recurso circular, toda utilización implica una alteración de todo el ecosistema. Recurso fluido, desafía las fronteras tanto naturales como artificiales. Recurso de múltiples usos, suscita intereses diversos y a menudo divergentes (Rolland & Vega, 2010).

La Agenda 2030 es considerada uno de los parámetros internacionales que a través de sus 17 objetivos encaminados hacia el Desarrollo Sostenible, se busca la adopción de medidas para atender temas relacionados con la pobreza, la protección del planeta, la paz y la prosperidad, y fueron establecidos con base en los logros de los Objetivos del milenio, mismos que han sido reforzados con miras a mejorar las condiciones de vida de manera sostenible para las futuras generaciones (2019, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo).

Para alcanzar las metas establecidas por los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) es necesario trabajar en conjunto, por lo que se requiere la colaboración de los gobiernos, las organizaciones de la sociedad civil, el sector privado y todos los ciudadanos sin distinción.

Quintana (2014) habla sobre un modelo en el cual los actores sociales tengan como objetivo obtener el agua repartida de manera equitativa, por medio de la gestión colectiva del recurso, teniendo como base la propiedad comunal sobre las infraestructuras; este modelo permite generar alianzas sociales y estructuras organizativas, las cuales permiten el reconocimiento social y político de quienes se encuentran excluidos del acceso a un servicio público de vital importancia como el agua.

El enfoque participativo de todos los actores implicados en la administración y uso del agua, puede funcionar como una herramienta que contribuya a optimizar el agua y hacer más efectivo su manejo, por lo que en la elaboración y aplicación de estrategias de participación social se deben de considerar algunos aspectos como la capacitación, el acceso equitativo a la información y la identificación de líderes locales y regionales.

La participación social en la gestión del agua es una herramienta que puede incorporar múltiples conocimientos (tradicionales, científicos, técnicos, administrativos, entre otros), lo cual faculta tener una visión integral de los problemas y prioridades. Por otro lado, los mecanismos participativos garantizan la conservación y el acceso equitativo al servicio. Todo esto se puede promover a través de la investigación a múltiples escalas y el aprendizaje social colectivo entre los diferentes actores (Gil & Reyes 2015).

Sin duda, para facilitar el manejo sustentable del agua, es importante considerar el intercambio de información y contribuir a conciliar las necesidades de solución a los problemas identificados con las herramientas, asistencia y recursos disponibles, tomando en cuenta la eficiencia económica, la equidad y las sostenibilidad ambiental.

En Ixviontla a más de 100 años, se ha logrado que a partir del estudio de la zona mediante el trabajo de investigación realizado, se pudiera dar fuerza a las peticiones de la comunidad con respecto al problema de la disponibilidad del agua, y de igual forma hacer visible la importancia de este recurso vital.

Como consecuencia positiva, se obtuvo que derivado a las gestiones de la comunidad se logró vincular a una de las acciones establecidas en el Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021, en el que se establece el apoyo a las comunidades en condición de vulnerabilidad y pobreza extrema pertenecientes al municipio, como una de las medidas vinculadas a la Agenda 2030.

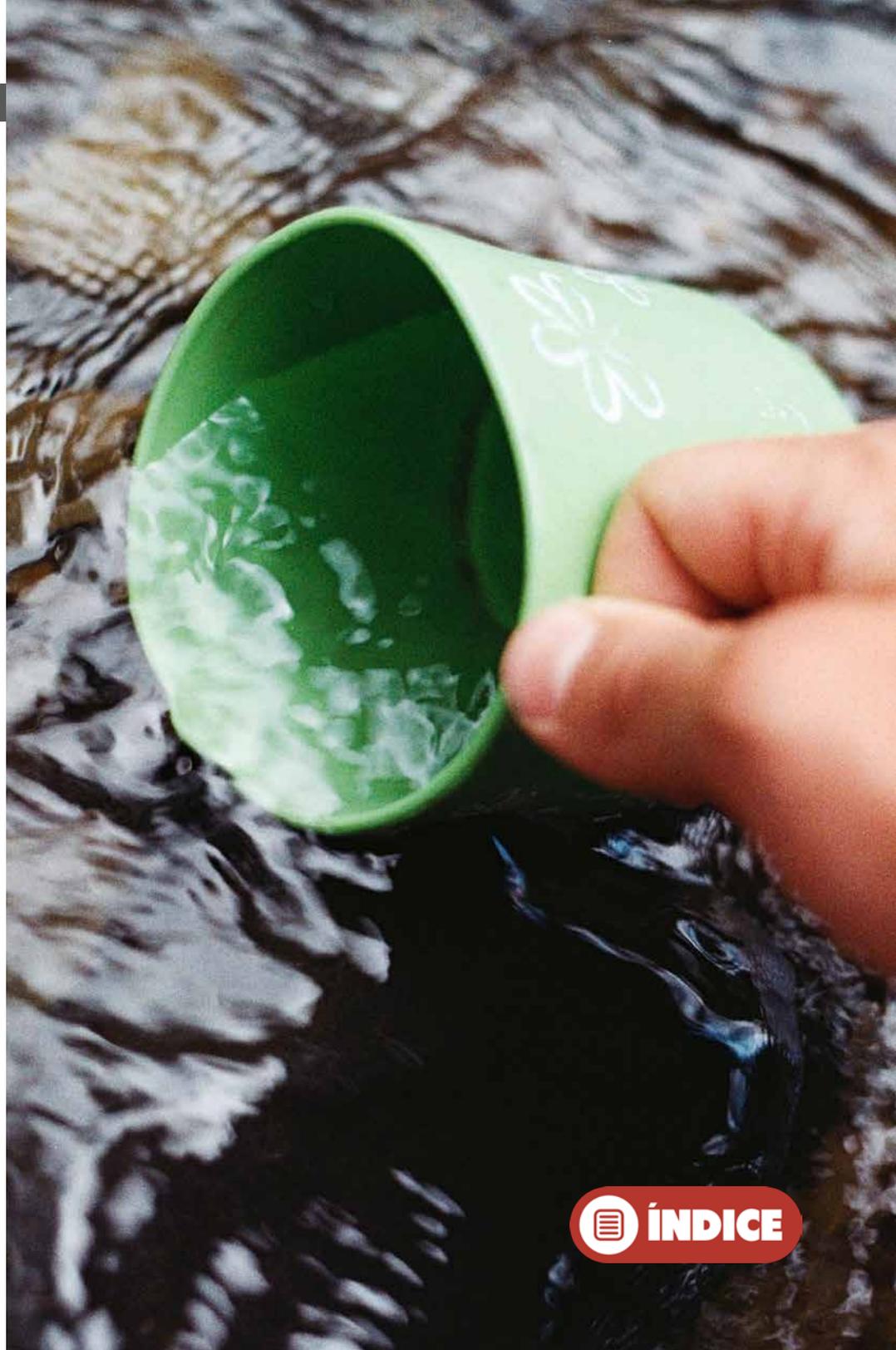
Actualmente la comunidad cuenta con sistemas captadores de agua de lluvia, en los que ahora pueden almacenar el agua e incluso potabilizarla para el consumo humano, ya que el sistema cuenta con filtros para poder disponer de agua limpia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Delgado-García, Sandra-Milena, & Trujillo-González, Juan-Manuel, & Torres-Mora, Marco-Aurelio (2017). GESTIÓN DEL AGUA EN COMUNIDADES RURALES; CASO DE ESTUDIO CUENCA DEL RÍO GUAYURIBA, META-COLOMBIA. *Revista Luna Azul*, (45),59-70. [fecha de Consulta 22 de Diciembre de 2019]. ISSN: .Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=3217/321753629005>
- Gil Antonio, María de los Ángeles, & Reyes Hernández, Humberto (2015). Gestión integral del agua desde un enfoque social hacia una economía ecológica. *Nóesis. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 24(47),158-174.[fecha de Consulta 22 de Diciembre de 2019]. ISSN: 0188-9834. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=859/85932588008>
- <http://ceieg.veracruz.gob.mx/cuadernillos-municipales-2015/>
- INEGI (2009) Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Ixhuatlán del Café, Veracruz de Ignacio de la Llave Clave geo estadística 30080.
- INEGI (2018) Mapa Ixviontla: <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/default.aspx?ag=300800007> [Última consulta 30 Mar. 2018].
- Nieto, Nubia (2011). La gestión del agua: tensiones globales y latinoamericanas. *Política y Cultura*, (36),157-176. [fecha de Consulta 22 de Diciembre de 2019]. ISSN: 0188-7742. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=267/26721226007>
- Quintana R, A. 2014. En la gestión colectiva el agua se dona, no se vende. *Realis*, v4, n. 01, jan-jun. 2014
- Rolland, Louise, & Vega Cárdenas, Yenny (2010). La gestión del agua en México. *Polis: Investigación y Análisis Sociopolítico y Psicosocial*, 6(2),155-188.[fecha de Consulta 22 de Diciembre de 2019]. ISSN: 1870-2333. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=726/72618890006>.
- Rolland, Louise, & Vega Cárdenas, Yenny (2010). La gestión del agua en México. *Polis: Investigación y Análisis Sociopolítico y Psicosocial*, 6(2),155-188.[fecha de Consulta 22 de Diciembre de 2019]. ISSN: 1870-2333. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=726/72618890006>

Sandoval-Moreno, Adriana, & Günther, María Griselda (2013). LA GESTIÓN COMUNITARIA DEL AGUA EN MÉXICO Y ECUADOR: OTROS ACERCAMIENTOS A LA SUSTENTABILIDAD. *Ra Ximhai*, 9(2),165-179.[fecha de Consulta 22 de Diciembre de 2019]. ISSN: 1665-0441. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=461/46128964012>

SEDESOL (2013) Catálogo Localidades. [en línea] Disponible en: <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx?tipo=clave&campo=loc&ent=30&mun=080> [Última consulta 30 Mar. 2018].





**IMPACTO
DE LA CAFETICULTURA
EN LA CONTAMINACIÓN
DEL AGUA**

IMPACTO DE LA CAFETICULTURA EN LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA

*LAURA C. RUELAS MONJARDÍN, ROSA MARÍA ARIAS MOTA,
LINA RODRÍGUEZ RAMOS*

RESUMEN

En México y en Veracruz, la cafeticultura es indudablemente una de las actividades de mayor importancia económica y social ya que representa una fuente de empleos para las familias del medio rural. Socialmente, permite la incorporación de la familia en la actividad, lo que conlleva que esta trascienda de padres a hijos. El cultivo del café es de gran importancia ecológica, debido a que los sistemas bajo sombra contribuyen a conservar la biodiversidad y proveen servicios ambientales a la sociedad. Sin embargo, en el proceso de producción durante el beneficiado húmedo resultan contaminantes como pulpa o desecho sólido, aguas mieles y aguas residuales, lo que provoca la contaminación de los

cuerpos receptores de las descargas. Los resultados de un proyecto desarrollado en los municipios de Xicochimalco y Teocelo indican que es necesario reducir la contaminación del agua generada en las descargas y desarrollar un proceso de concientización ambiental entre los productores, a fin de que se valore la actividad, no sólo desde el punto de vista social y económico, sino su impacto en la contaminación del agua. Resulta imperante promover el manejo de las aguas residuales, así como la utilización de la pulpa, mucílago y la cascarilla por medio de procesos de fermentación para la elaboración de bebidas alcohólicas, compuestos antioxidantes, azúcares, pectinas entre otros.

INTRODUCCIÓN

El café es sin duda una de las escasas actividades agrícolas que aportan de forma integral, beneficios económicos, sociales y ambientales. En beneficios económicos destacan el número de empleos y jornales que se generan en el medio rural. De acuerdo con Robles (2011), en esta actividad laboran 486,339 jefes de familias y genera 4.5 millones de empleos. La alta utilización de mano de obra, es uno de los rasgos característicos de la cafecultura. El uso de herramientas manuales es muy escaso. De acuerdo con el Sistema Producto Café (2006), en los municipios cafetaleros, sólo 386 mil unidades de producción utilizan herramientas manuales para producir. El beneficio social se manifiesta en cuanto a que en ella participan mujeres y niños, no sólo los hombres. De hecho, la mujer tiene una participación estimada del 70% a nivel internacional (ITC,

2008, citado en Sistema Producto Café, 2008). En estas actividades se incluye el autoempleo como operadoras de la parcela, como fuerza de trabajo pagada y no pagada en la parcela familiar y como trabajadora agrícola. Sin embargo, este porcentaje de participación varía, dependiendo de la región, ya que puede alcanzar hasta un 90% en trabajo de campo, y hasta un 80% en actividades de cosecha. Este mismo estudio (ITC, 2008, citado en Sistema Producto Café, 2008) señala que entre 20% y 30% de las parcelas son operadas por las mujeres. De ahí que aproximadamente 5 millones de los 25 millones de productores de café del mundo sean mujeres. En el contexto nacional, en el 2008, el Programa de Fomento al Café, apoyó a 70,445 mujeres, lo que representó el 26.2% de los beneficiarios de este programa (Programa fomento café). Para 2018, la SAGARPA

(2018) reportó que más de 750 mil mujeres estaban liderando como productoras, actividades como el café, maíz y frijol. Esto apunta a que el café es una de las actividades agrícolas donde la mujer ha tomado parte como productora, tanto a nivel nacional como internacional. Para Robles (2012), la mayor presencia de la mujer se debe a que ellas pueden manejar sus propios cafetales y que en la subdivisión de terrenos familiares se les ha asignado uno con café, aunque sea pequeño. En lo ambiental, estos beneficios han sido ampliamente documentados. En un estudio que realizaron Ruelas-Monjardín et al. (2014) en el municipio de Coatepec, encontraron que el 96% de los entrevistados percibe que los cafetales bajo sombra proporciona diversos servicios ambientales. En primer lugar mencionaron: la regulación del clima, ya que ayudan



a mantener un clima más fresco y húmedo; en segundo término la mejora de la calidad del aire; en tercer puesto el control de la erosión del suelo; y en cuarto lugar la captación de agua. También se reconoció a este cultivo como parte de la cultura e identidad regional, al estar asociado con una tradición familiar que ha sido heredada generacionalmente. Es decir, el agroecosistema cafetalero tiene un alto valor ambiental y cultural.

Diversas investigaciones (Moguel y Toledo; 2004; Anta, 2006) subrayan los elementos sustentables del mismo y los diferentes servicios ambientales que proporciona, tales como: captura de carbono, protección del suelo, recarga de los mantos acuíferos, valor paisajístico, entre otros; así como su papel en la captura de carbono (Pineda-López *et al.*, 2005) y como hábitat de una alta biodiversidad (Contreras-Hernández, 2010).

Una de las estrategias ambientales que la cafeticultura ha emprendido con éxito, a partir de 1985, es la incursión en el cultivo y venta de café orgánico. El café orgánico ha venido incrementando su participación en el mercado internacional, a diferencia del café no orgánico que ha estado perdiendo competitividad. De acuerdo con Gómez-Cruz, Schwentesius y Gómez-Tovar, (2009), México produce una quinta parte del volumen total del café orgánico que se exporta a nivel mundial; además de ser el líder en la producción de café orgánico certificado. Una de las características del café orgánico, es que se cultiva sin agroquímicos y bajo la sombra del dosel del bosque, lo que ayuda a preservar el hábitat natural, la biodiversidad, la calidad del suelo y los escurrimientos. En términos sociales, el café orgánico es producido en 400 000 ha por aproximadamente 128,000 pequeños productores, la mayoría de ellos, pertenecientes a cooperativas de los estados de Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Puebla y Veracruz (Gómez-Cruz, Schwentesius y Gómez-Tovar,

2009). Si bien se reconocen los beneficios ambientales de las prácticas de cultivo del café, orgánico y no orgánico, éstas se han visto reforzadas por asuntos económicos. Uno de ellos es el escaso uso de paquetes tecnológicos que se utilizan en el cultivo del grano tanto orgánico como no orgánico. Amén de la conciencia ambiental, esto se debe al alto precio de los agroquímicos y el que no se haya demostrado que su aplicación genere mayores rendimientos. De acuerdo con Oliver (2008) y Guzmán (2008), en los 236 municipios del país que existe producción cafetalera, la aplicación de paquetes tecnológico es casi nula. Los siguientes datos ilustran esta situación: el 9.1% de las Unidades de Producción (UP) o menos utilizan fertilizantes químicos; el 2.3% utiliza semilla mejorada; 2.5% utiliza abonos orgánicos; 7.0% herbicidas, 5% insecticidas y otro tipo de tecnología el 0.1%.

Sin embargo, esta conciencia ambiental no se extiende al proceso de beneficiado, sólo al proceso de siembra y cosecha. Por lo que en este capítulo, se presentan los impactos del beneficiado del café en el recurso hídrico y la necesidad de mitigarlos mediante un proceso de educación ambiental que ponga de manifiesto cómo este proceso no sustentable pone en riesgo el recurso para otros usos. Como componentes de educación ambiental, se hace énfasis en los procesos de calidad del beneficiado y los sistemas de biorremediación para el tratamiento de las aguas residuales. Ello, para difundirse entre los cafeticultores del centro de Veracruz, en particular en los municipios de Xico y Teocelo, por ser entidades donde la cafecultura ha jugado un papel importante en la economía de la región.

IMPACTO DEL BENEFICIADO EN EL USO Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES

El asunto del uso y disposición del agua residual ha sido un aspecto relegado en el proceso de beneficiado del café. A nivel internacional, la International Coffee Organization ha incluido su informe 2003-2013, su preocupación por el impacto ambiental de este proceso. En el mismo sentido, los países consumidores/receptores del grano han expresado que la producción del café debe ceñirse a criterios de sustentabilidad (Khrishnan, 2017). El café al igual que muchos productos agrícolas tiene un impacto ambiental vía la huella hídrica. La huella hídrica de una nación se puede cuantificar como el volumen total de agua dulce que se utilizó para producir los bienes y servicios que consumieron los habitantes de una nación (Chapagain y Hoekstra, 2007). El cálculo de la huella hídrica incluye lo que requiere el cultivo del café que se exporta a los países, así como el requerimiento para su procesamiento. Esta ha sido estimada por Chapagain y Hoekstra (2007) en 140 billones de m³ de agua al año, e incluye lo que la población mundial requiere para tomar café y té. En este cálculo se considera la llamada

agua virtual. Este concepto permite también develar la conexión espacial entre lugar de consumo y donde se utiliza el recurso y con ello, estimular el debate entre la responsabilidad de los consumidores sobre los impactos de la producción en lugares distantes, al reconocer el hecho de que no todos los impactos son adecuadamente trasladados en un precio justo pagados por los consumidores. Para ilustrar las demandas de agua para el cultivo y procesamiento húmedo del café, en los principales países productores y exportadores de café, a continuación, se presenta la tabla (1).

Cabe señalar que los datos de esta tabla son del periodo 1995-1999, y que los autores tomaron sobre la base de la participación de 25 países en la producción global de café verde, que para ese lustro fue de 621 976 ton/año. Dado que el objetivo de este estudio es poner de manifiesto el uso del agua en el beneficiado del café en México, no se incluyó la totalidad de los países. En estos datos se puede apreciar que México tiene un rendimiento en la producción de café verde y cereza por debajo del promedio de los 25 países exportadores. Además de tener un bajo rendimiento en la producción, el proceso de beneficiado es altamente demandante en agua. En el proceso de despulpado y obtención de café pergamino sólo es superado por Indonesia. Lo que indica que los sistemas son sumamente ineficientes. Si bien de los diez estados del país donde tiene lugar la

producción de café, seis cuentan con una disponibilidad per cápita, por arriba de la media nacional (3656 m³/hab/año), esta disponibilidad se encuentra amenazada por el insuficiente caudal tratado, en aguas residuales industriales y municipales (tabla 2).

En cuanto a las aguas residuales municipales, existe una capacidad instalada que está fuera de operación o bien dada de baja, por lo que sólo se trata un porcentaje de lo recolectado por el sistema de alcantarillado. Para ilustrar esta situación, en el estado de Hidalgo, la capacidad instalada es para el tratamiento de 24.43 m³/s, aunque sólo opera el 39.51% de esta infraestructura. En el estado de Veracruz, las plantas de tratamiento operan en un 58.64% de su capacidad instalada. Este dato es ligeramente inferior al promedio nacional, que es del 61.97%. Es decir, que en el país hay una capacidad ociosa del 38.03%. Sin embargo, se debe considerar que no todo el volumen de agua residual es colectado por el sistema de alcantarillado. De acuerdo con el dato más reciente, a nivel nacional, la cobertura de alcantarillado es de 91.4% (96.6% en las áreas urbanas y 74.2% en las áreas rurales (Conagua, 2018).

Por lo que el beneficiado de café húmedo contribuye a la ya deteriorada calidad del agua de los cuerpos receptores de las descargas (García, Ruelas y Marín, 2016). En Veracruz, este problema fue reconocido

Tabla 1. Contenido de agua virtual, por país, del café producido por el método de beneficiado húmedo.

País	Producción Café verde (ton/año)	Rendimiento Café verde (ton/ha)	Rendimiento Café cereza (ton/ha)	Requerimiento Agua para cultivo (mm/año)	Contenido de agua virtual (m3/ton)		
					Cereza fresca	Cereza pulpada	Café pergamino
Brasil	1 370 232	0.68	4.22	1277	3028	6882	7671
Colombia	689 688	0.74	4.61	893	1939	4406	4920
Indonesia	466214	0.55	3.41	1455	4268	9699	10802
Vietnam	384 220	1.87	11.63	938	807	1833	2061
México	329297	0.46	2.88	1122	3898	8859	9868
Promedio		0.80	4.53	1195	2820	6409	7145

Fuente: Adaptado de Chapagain y Hoekstra (2007)

desde principios del año 2000 por el ya desaparecido Consejo del Sistema Veracruzano del Agua (CSVA, citado en Ruelas, 2012). Este Consejo identificó a los beneficios de café como las empresas que aportaban contaminación a las cuencas hidrológicas de las regiones del norte, centro y sur del estado. En el Centro, en esa fecha, se ubicaron

Tabla 2. Principales estados productores de café, disponibilidad per cápita de agua y tratamiento de aguas residuales municipales e industriales.

Estados	Volumen toneladas café		Agua renovable per cápita m ³ /hab/año	Caudal tratado aguas residuales industriales (m ³ /s)	Caudal tratado aguas residuales municipales (m ³ /s)
	2012	2017			
Chiapas	532583	339361	21199	1.65	1.66
Veracruz	369455	194433	6295	9.31	5.21
Puebla	202947	128995	1837	1.01	3.59
Oaxaca	117440	66089	13765	3.07	1.07
Guerrero	48447	41582	5908	0.02	3.72
Hidalgo	32880	33891	2489	1.43	9.65
Nayarit	10785	14054	5092	0.81	2.51
San Luis Potosí	11830	8694	3822	0.59	2.14
Jalisco	5311	4506	1951	1.80	1.27
Colima	2044	2929	2887	0.29	1.66
Resto	3159	846			
Total	1336882	835380	3656	83.69	123.58

Fuente: Adaptado de: SAGARPA, 2018; Conagua, 2017; Conapo, 2012.

90 industrias que descargaban 171.63Mm³ al año de agua residual, de la cual sólo trataban 24.51 Mm³. En la Norte, se ubicaron 60 industrias que tenían un mejor desempeño, puesto que sólo 5.18 Mm³ de aguas residuales se descargaban sin tratamiento. En el Papaloapan, ubicado en la región Sur, las 72 industrias tenían un déficit



de tratamiento de 102.2 Mm³. Más recientemente, Ruelas (2018), encontró que de los 40 entrevistados en el municipio de Teocelo, el 95% dijo poseer permiso de uso del agua. Sin embargo, cuando precisaron la fuente, se referían a que utilizaban el agua de la red pública y que por ende le pagaban al municipio. Esta situación también se presentó entre los 10 entrevistados en Xico, ya que el 60% también utilizaban el agua de la red pública municipal. En cuanto a la disposición del agua residual, el 90% de los productores de Xico reconocieron no contar con dicho permiso. Sin embargo, en la consulta del REPDA (Registro Público de los Derechos del Agua, de Conagua), se encontraron 14 permisos, cuyo volumen de descarga de 105 960 m³/año descarga a los ríos aledaños al municipio. Para los productores de Teocelo, la descarga no representa un problema, puesto que la mayoría lo vierte al drenaje. En este municipio sólo se encontraron dos permisos de descargas registrados ante el REPDA por un volumen de 51 944 m³/año. Aunque también descargan a un río y arroyo aledaño. En esta investigación fue evidente que el asunto de la disponibilidad y calidad del agua no es un tema de interés para los productores, a pesar de que la disponibilidad de agua en ambos municipios va a la baja. De ahí que sea conveniente presentar alternativas para el uso de los residuos que pueden ser reutilizados, mediante un proceso de educación ambiental.

ALTERNATIVAS PARA EL USO DE LOS RESIDUOS:

Durante el proceso de beneficio húmedo del café además de que se consumen grandes cantidades de agua, se generan subproductos como la pulpa y el mucílago del café. El agua que se utiliza lavar el fruto del café se convierte en residuo denominado agua miel, cuya composición físico-química corresponde con la pulpa y el mucílago.

La pulpa, es el residuo sólido con mayor peso y volumen, se estima que representa el 40% del fruto. Algunos estudios señalan que la pulpa contribuye una carga contaminante de 0.44 mg/l de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) por cada kilogramo de café, por su parte, el mucílago aporta el 25% y tiene valores de acidez entre 5.6 a 7.7 (Zambrano e Isaza, 1998). El agua miel puede tener un alto grado de acidez con pH de 3.8 y una concentración entre 7 000 y 12 000 mg/l de DQO, aporta alcoholes, ácido clorogénico y taninos (García, 2014). Este subproducto, al ser sometido al proceso de biorremediación en los sistemas de plantas de tratamiento de aguas residuales, se logra separar el agua clarificada y los lodos orgánicos. Los lodos, además de proporcionar un alto contenido de materia orgánica aporta nitrógeno, fósforo, potasio, calcio (García, 2014).

En México ha sido muy poco explorado el uso de la pulpa y mucílago del café, sin embargo, en algunos países centro americanos tales como Colombia, Costa Rica con alta producción de café ha sido tema de numerosos estudios. Algunas de las aplicaciones o usos alternativos que dichos países aplican se mencionan a continuación.

El mucílago es un hidrogel con alto contenido de azúcares, pectinas y ácidos orgánicos. La pectina es un polisacárido compuesto principalmente por ácido galacturónico que por sus propiedades gelificantes se ha utilizado en las industrias alimentaria, cosmética y farmacéutica (Chasquibol *et al.*, 2008). Los geles de pectina son utilizados para crear la textura de compotas, jaleas, salsas, mayonesas y confites. También son usados en la industria láctea para la fabricación de yogurt de fruta y productos lácteos. La pectina se emplea como ingrediente en preparaciones farmacéuticas como antidiarreicos y desintoxicantes; algunas drogas son encapsuladas con una película de pectina para proteger la mucosa gástrica. Por sus propiedades suavizantes y estabilizantes, la pectina es utilizada en formulaciones de pastas dentales, ungüentos, aceites,



cremas, desodorantes, tónicos capilares, etc. (Zaidely Meyer, 2013). A partir de la pulpa y las cáscaras puede llevarse a cabo la producción de distintas enzimas como pectinasas, tanasas y cafeinasas, todas de amplio valor comercial (Murthy y Naidu, 2012).

Del mucilago, también se puede extraer y purificar taninos; los taninos son compuestos fenólicos coloidales formados por carbono, hidrogeno y oxígeno, poseen un elevado peso molecular. Estos se han utilizados para curtir pieles de diversos animales, en la elaboración de colorantes, en la industria textil para la elaboración de tintes, en la fabricación de medicamentos o cosméticos con acción astringente, hemostática, antiséptica y tonificante. En algunos países, por su acción dispersante se utilizan como desincrustante de calderas de vapor, en perforación de pozos petroleros, y como clarificador del vino (Chasquibol *et al.*, 2008).

En la pulpa de café se reporta un alto contenido de compuestos fenólicos con actividad antioxidante, como ácidos clorogénicos, epicatequina y otros (Ramírez-Coronel *et al.*, 2004). Los compuestos fenólicos por su alta capacidad antioxidante presentan grandes beneficios en la salud humana previenen o retrasan la aparición de enfermedades degenerativas (Mussato *et al.*, 2011). Los compuestos antioxidantes ejercen su acción al bloquear la producción de radicales libres, inhiben la oxidación y degradación de los bioproductos derivados de la oxidación lipídica (Avello y Suwalsky, 2006). Se ha evidenciado la actividad antimicrobiana de diferentes concentraciones de ácido clorogénico y duodecilclorogenado, también se ha extraído ácido cítrico y giberélico (fitohormona) a partir de cáscaras de café (Cháves y Esquivel-Rodríguez, 2019).

Entre los compuestos fenólicos presentes en la pulpa de café, se han descrito: el ácido clorogénico (42.2%), epicatequina (21.6%), catequina (2.2%), rutina (2.1%), ácido protocatéquico (1.6%) y ácido ferúlico (1.0%) (Ramírez-Martínez, 1988). Se ha mostrado que los polifenoles poseen propiedades antimutagénicas, anticancerígenas y antioxidantes (Quiñones et al., 2012).

La cascarilla de café tiene un alto contenido de fibra y de minerales y además están libres de gluten, por esta razón, han comenzado a usarse en la elaboración de productos de panadería y repostería para personas con enfermedad celiaca con muy buenos resultados. Esta harina es considerada como un excelente alimento ya que contiene una gran cantidad de antioxidantes, fibra, hierro y seis veces más potasio que los plátanos. Los residuos se han utilizado en gran medida para la producción de biocombustibles, tales como bioetanol y etanol, gracias a la fermentación de los azúcares que tiene. Recientemente, el número de investigaciones referentes a la composición química de la cascarilla y pulpa de café se ha incrementado, esto debido a su potencial uso como alimento para animales, especialmente en países productores de café, en donde la acumulación y la eliminación de desechos representa un gran problema de contaminación. Es necesario generar estrategias que disminuyan la carga contaminante proveniente de los vertimientos de este proceso, sin embargo, para que estas estrategias funcionen, es imperante que los productores estén conscientes de las problemáticas ambientales relacionadas con su labor diaria e implemente prácticas eficientes.

PROCESOS DE CALIDAD

El café es una bebida que se obtiene de la semilla de un arbusto denominado Cafeto. Esta semilla es molida y tostada para obtener el polvo que se utiliza para la elaboración de la bebida. Existen dos procesos de beneficiado en función del café que se pretende obtener: proceso de beneficiado húmedo el cual se da después de recolectar los granos cuando las envolturas que forman el fruto son retiradas hasta que queda descubierto el café verde que posteriormente será tostado y, el proceso de beneficiado seco que se da cuando la cascarilla es eliminada del grano de café. Estos procesos son realizados por los caficultores normalmente en las instalaciones de sus fincas denominadas beneficiadoras, en los cuales se abarcan actividades tales como recibo, despulpado, remoción de mucílago, lavado, clasificación y secado.

El proceso de beneficiado húmedo que es utilizado en la actualidad, está teniendo repercusiones negativas en cuanto a impacto ambiental se refiere debido a que la calidad del agua se ve afectada en las descargas y esto conlleva a buscar procesos que disminuyan la contaminación del agua generada en las descargas. Este problema es conocido a escala mundial, por lo que en otros países productores ya existen leyes que regulan este tipo de contaminación, por lo que están exigiendo a los productores utilizar sistemas de tratamiento de estas fuentes de contaminación en el proceso del beneficiado (Chacón, 2001). Es de suma importancia que los caficultores hagan conciencia de que el proceso y métodos tradicionales que están utilizando hoy en día, están ocasionando una fuerte contaminación y que es necesario cambiar su mentalidad orientándose hacia una caficultura ecológica. Esto generaría una reducción de la contaminación del agua y por ende reducción del daño al medio ambiente.

En la actualidad algunos países como Honduras ya están haciendo uso de los beneficios ecológicos cuya principal característica que hace la diferencia, es despulpar el café en ausencia de agua o reciclar el agua de despulpe realizando el desprendimiento del mucilago del grano recién despulpado de manera homologada por medio de un lavador de café el cual puede ser horizontal o vertical (Zapata, 2012). Con este

proceso se obtienen muchos beneficios y sobre todo la ventaja de poder cuidar el medio ambiente aunado a un proceso que se reduce y se mejora obteniendo un café de calidad aceptable. El concientizar a los caficultores para que acepten cambiar el proceso tradicional a uno amigable con el medio ambiente, es una forma de ayudar a que se reduzca la contaminación y además de ello, se obtendrán grandes beneficios económicos debido a la reducción de tiempo y esfuerzo.

EDUCACIÓN AMBIENTAL.

El asunto de la disponibilidad y calidad del agua dejó de ser un simple problema ambiental, para convertirse en una auténtica crisis ambiental y su gravedad se manifiesta no sólo a nivel local y regional, sino también a nivel global. Esta crisis sólo encontrará soluciones si introducimos cambios en los modelos de pensamiento, gestión y uso de los recursos. La educación ambiental es el instrumento para que la naturaleza vuelva a formar parte de nuestras vidas. No se puede proteger lo que no se conoce. Por ello, la educación ambiental debe fomentar la conciencia, los valores y los comportamientos que animen la participación de la población en el uso sustentable del recurso agua. Debe convertirse en un factor estratégico que incida en un cambio del modelo de desarrollo

orientado a la oferta y a la creación de infraestructura que considera al agua como un recurso infinito, ilimitado, que no requiere de su conservación, para reorientarlo hacia la sostenibilidad y la equidad. Una estrategia de educación ambiental puede constituirse en una herramienta que integre la acción de los diferentes actores, donde las aportaciones de cada uno de ellos contribuyan al funcionamiento del sistema en su conjunto. Un ejemplo de educación ambiental digno de emular para la región cafeticultura de Veracruz es sin duda la experiencia de la cooperativa indígena Tosepan Titataniske que se ubica en la sierra norte de Puebla. Esta región es la cuarta en importancia del país en producción de café. Esta cooperativa, de acuerdo con Toledo y Moguel (2012), comprende 18 000 miembros, de 66 localidades, sobre todo de familias Nahuas. Esta cooperativa ha creado un centro de educación inspirado en los principios de sustentabilidad y defensa cultura, programas de ecoturismo y un proyecto de educación ambiental que está orientado a inculcarles a los niños la importancia de los jardines tradicionales de café o también llamados bosques productivos. Experiencias como éstas podrían adaptarse a las condiciones de los municipios cafetaleros de Veracruz, como los de Xico y Teocelo.

De igual forma, la educación ambiental puede ser el vehículo para transitar hacia una nueva cultura del agua. Donde este recurso no se tome como dado, sino que debe ser cuidado, valorado y evitar su contaminación. Veracruz es un estado al que la naturaleza dotó de abundante recurso hídrico, sin embargo, la contaminación y la pérdida de bosques ha estado mermando esa disponibilidad. En este sentido, la educación ambiental debe convertirse en un proceso intencional y sistemático que transforme la relación depredadora que el hombre ha establecido con su medio ambiente. De la vida de los ecosistemas depende la continuación de la vida de los seres vivos, entre ellos, el hombre.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anta Fonseca, S. (2006). El café de sombra: un ejemplo de pago de servicios ambientales para proteger la biodiversidad *Gaceta Ecológica*, núm. 80, pp. 19-31 Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Distrito Federal
- Avello, M., y Suwalsky, M. (2006). Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección. *Atenea* 494: 61-172
- Calle-Chumo, D. y Mendoza- San Martín, J.C. (2017). Extracción de Taninos de la borra de café mediante lixiviación soxhlet. Tesis Ingeniería Química. Guayaquil, Ecuador. 73 pp.
- Chacón, E.O. (2001). Evaluación de los sistemas tradicional y ecológico de beneficio húmedo de café (Tesis de Licenciatura). Universidad Zamorano, Honduras. Recuperado de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1425/1/CPA-2001-T023.pdf>
- Chapagain, A., y Hoekstra, A. Y. (2007). The water footprint of coffee and tea consumption in the Netherlands. *Ecological economics*, 64(1), 109-118. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.02.022>
- Chasquibol Silva, N. Arroyo-Benitez, E., Gomero M, J.C. (2008). Extracción y caracterización de pectinas obtenidas a partir de frutos de la biodiversidad peruana. *Ingeniería Industrial*, 26, 175-199.
- Chaves, U. C. y Esquivel-Rodríguez, P. (2019). Revisión bibliográfica Ácidos clorogénicos presentes en el café: capacidad antimicrobiana y antioxidante. *Agron. Mesoam.* 30(1):299-311.
- Conagua. (2017). Estadísticas del agua en México, 2017. Comisión Nacional del Agua, México.
- Conagua. (2018). Estadísticas del agua en México, 2018. Comisión Nacional del Agua, México.
- CONAPO. (2012). Proyecciones de la población en México, 2010-2050. Consejo Nacional de Población, México
- Contreras-Hernández, A. (2010). Los cafetales de Veracruz y su contribución a la sustentabilidad. *Revista Estudios Agrarios* Vol. 16, No. 45, pp.143-161
- Dey J. y Harborne, J.B. 1989. *Methods in PlantBiochemistry*. Volume 1 *PlantPhenolics*. AcademicPress, New York and London. 48 pp.

- García, Patricia, Ruelas, Laura y Marín, José Luis. 2016. Constructed wetlands: a solution to water quality issues in Mexico? *Water policy*. *Water Policy* 18 (2016) 654–669
- García-Monroy, G. 2014. Evaluación fisicoquímica de sub productos del beneficio húmedo de café, sometidos a tratamiento anaeróbico; San Juan La Laguna, Sololá” Escuintla, Guatemala, Universidad Rafael Landívar. 63 pp.
- Gómez-Cruz, M. A., Schwentesius, R. y Gómez-Tovar, L. (2009). “Organic culture in Mexico”. Paper in the Workshop on Organic Agriculture. Universidad Autónoma de Chapingo, México <http://portal.chapingo.mx/contenidos/content/view/103/2> (<http://portal.chapingo.mx/contenidos/content/view/103/2>)
- Gómez, O. (2008). “La Crisis Alimentaria y su incidencia en México”, en *Revista Rumbo Rural*, Año 4, Número 9, mayo-agosto 2008. CEDRSSA. México
- Guzmán, J. (2008). “Orígenes de la crisis alimentaria mundial” en *Revista Rumbo Rural*, Año 4, Número 9, mayo-agosto 2008. CEDRSSA. México
- International Coffee Organization. (2018). Gender equality in the coffee sector. ICC-122-11 <http://www.ico.org/documents/cy2017-18/icc-122-11e-gender-equality.pdf>
- Khrishnan, S. (2017). Sustainable coffee production. Oxford Research Encyclopedia, Environmental Science (environmentalscience.oxfordre.com)
- Moguel, P. y Toledo, V. (2004). Conservar produciendo. Biodiversidad, café orgánico y jardines productivos. CONABIO. *Biodiversitas* 55:1-7
- Murthy, P.S., y Naidu, M.M. Naidu. (2012). Sustainable management of coffee industry by-products and value addition-A review. *Resour. Conserv. Recyc.* 66:45-58.
- Mussatto, S. I., Ballesteros, L. F., Martins, S. y Teixeira, J.A. (2011). Extraction of antioxidant phenolic compounds from spent coffee grounds. *Separation and Purification Technology*. 83, 173-179
- Pineda-López M. Del R.; G. Ortiz-Ceballos y L. R., Sánchez-Velásquez. (2005). Los cafetales y su papel en la captura de carbono: un servicio ambiental aún no valorado en Veracruz. *Madera y Bosques* Vol.11 No.2:3-14.
- Puerta-Quintero, G.I. (1999). Influencia del proceso de beneficio en la calidad del café. *Cenicafé* 50(1):78-88.
- Quiñones, M., Miguel, M. y Alejandra A. (2012). Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. *NutrHosp.* 2012;27(1):76-89.

- Ramirez-Coronel, M.A., Marnet, N., Kolli, V. S. K., Roussos, S., Guyot, S., Augur, C. (2004). Characterization and estimation of proanthocyanidins and other phenolics in coffee pulp (*Coffea arabica*) by thiolytic-high-performance liquid chromatography. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 52(5): 1344-1349.
- Ramirez-Martinez, R. (1988). Phenolic compounds in coffee pulp: Quantitative determination by HPLC. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 43(2): 135-144
- Sistema Producto Café, 2006. Plan Rector Nacional del Sistema Producto Café, México.)
- Robles Berlanda, H.M. (2011). Los productores de café en México. Problemática y ejercicio del presupuesto. Mexican Rural Development Research Report No. 14. Woodrow Wilson International Center for Scholars, EUA. 63 p.
- Ruelas-Monjardín, Laura C., Nava-Tablada, M.E. Cervantes, J. y Barradas, V.L. (2014). Importancia ambiental de los agroecosistemas cafetaleros bajo sombra en la zona central montañosa del estado de Veracruz, México". *Madera y bosques*, 20(3), 27-40.
- Ruelas-Monjardín, Laura C. (2018). "Manejo de las aguas residuales del beneficiado del café. Un asunto relegado en Veracruz, México". *Revista Internacionales*, Vol. 4 (7): 44-79
- Ruelas Monjardín, Laura C. (2012). Cuencas hidrológicas y agua en Veracruz. En: Vela M., R e I. González R. (coord.) "Propuesta para el Desarrollo Estratégico de Veracruz 2010-2020". El Colegio de Veracruz y Secretaría de Educación de Veracruz. México. pp 241-279
- SAGARPA. (2018). Atlas agroalimentario 2012-2018. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca, Alimentación, México.
- Sistema Producto Café. (2006). Plan Rector Nacional del Sistema Producto Café. México.
- Toledo, V. y Moguel, P. (2012). "Coffee and sustainability: the multiple values of traditional shaded coffee". *Journal of Sustainable Agriculture*. 36(3): 353-377.
- Zaidel, D. N. A. y Meyer, A. S. (2013). Oxidative enzymatic gelation of sugar beet pectin for emulsion stabilization. *Research Journal of Biotechnology*. 2013, 8 (7), 81-86.
- Zapata, R. (2012). Café, campo y ambiente. Recuperado de <http://cafecampoambiente.blogspot.com/2012/08/beneficio-ecologico-de-cafe.html>.





***CAMPAÑA DE USO DE CELDAS
DE COMBUSTIBLE MICROBIANAS***

CAMPAÑA DE USO DE CELDAS DE COMBUSTIBLE MICROBIANAS

ARELI DEL CARMEN ORTEGA MARTÍNEZ, MARÍA DEL CARMEN CUEVAS DÍAZ, ALONDRA PÉREZ MARTÍNEZ, MILENA DEL CARMEN PAVÓN REMES.

RESUMEN

La Universidad Veracruzana a través de la Facultad de Ciencias Químicas campus Coatzacoalcos emprenderá una campaña que promueve en los adolescentes de nivel secundaria y medio superior la forma en que pueden contribuir en la solución de dos de los problemas más críticos que afronta la sociedad actual: la crisis energética y la disponibilidad de agua no contaminada. Esto es a través de una técnica de aprendizaje que utiliza Celdas de Combustible Microbianas (CCMs), en la cual las bacterias obtienen la energía transfiriendo electrones desde un donador de electrones, como el agua residual (materia orgánica), hacia un aceptor de electrones, como el oxígeno. La reacción electroquímica que sucede en el interior de la celda consiste en la oxidación anaeróbicamente del sustrato por microorganismos en el ánodo, produciendo CO_2 , electrones y protones los cuales toman diferentes caminos migrando hacia el cátodo. El hidrógeno o protón (H^+) lo hará a través del electrolito y de una membrana de intercambio de protones, mientras que los electrones lo hacen a través del ánodo y por medio de un circuito externo. El ciclo se cierra cuando los protones presentes en la cámara anódica migran hacia el cátodo donde se combinan con el oxígeno y se forma agua. Este proceso contribuye a degradar la materia orgánica representada como sustrato o combustible y ha sido estudiado ampliamente en CCMs de cátodo abiótico con la generación de energía eléctrica a pequeña escala.

INTRODUCCIÓN

La ciencia es fundamental en la vida actual, los estudiantes deben saber apreciar las diversas metodologías que existen para practicarla y la forma en que coadyuva en nuestra vida diaria, es por ello que la Universidad Veracruzana a través de la Facultad de Ciencias Químicas campus Coatzacoalcos emprenderá una campaña que promueve en los adolescentes de nivel secundaria y medio superior la forma en que pueden contribuir en la solución de dos de los problemas más críticos que afronta la sociedad actual: la crisis energética y la disponibilidad de agua no contaminada y a la vez mostrar cómo se lleva a cabo la aplicación de la ciencia, esto a través de una técnica de aprendizaje que utiliza Celdas de Combustible Microbianas (CCMs).

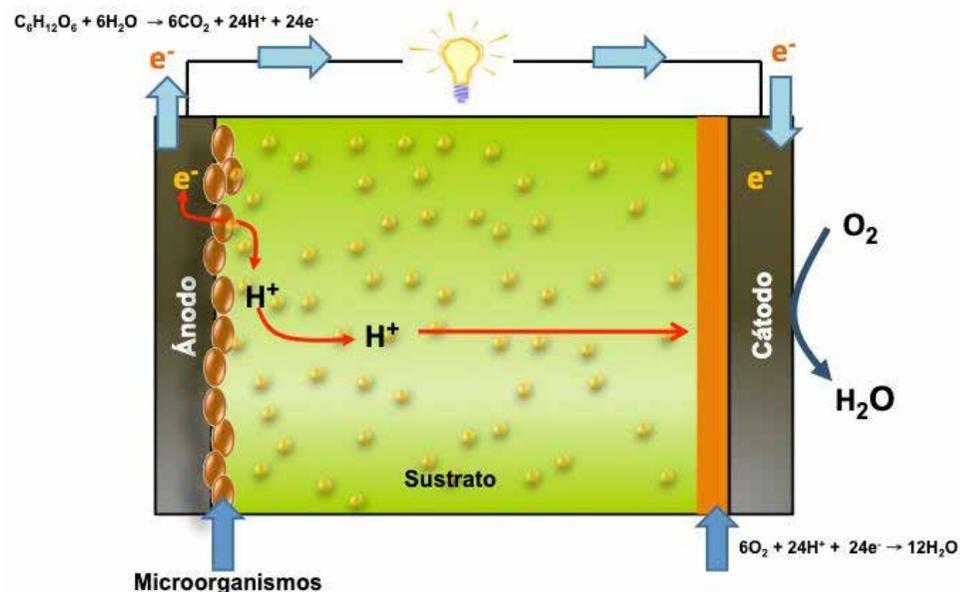
Las Celdas de Combustible Microbianas (CCM) son dispositivos electroquímicos, los cuales aplican la capacidad de los microorganismos para catalizar la conversión de la materia orgánica en electricidad. Estos dispositivos están conformados por una cámara anaeróbica y una aeróbica, en medio de las cuales se encuentra una Membrana de Intercambio Protónico (MIP), conteniendo los electrodos ánodo y cátodo, respectivamente. En la primera cámara se produce la oxidación del efluente mediante los biocatalizadores, generando electrones, protones y CO_2 . Los electrones liberados en la cámara anaeróbica son captados por el ánodo y posteriormente fluyen a través de un circuito externo hacia el cátodo; al mismo tiempo, los protones se dirigen hacia la cámara catódica por medio de la MIP para reducirse a agua, reacción que ocurre de la combinación con el oxígeno del aire [Kim y col., 2007; Revelo y col., 2013].



1.1. CELDAS DE COMBUSTIBLE MICROBIANA

Las Celdas de Combustible Microbianas (CCMs) son dispositivos electroquímicos que emplean la capacidad de los microorganismos para generar energía en forma de electricidad, producida durante el metabolismo de sustratos orgánicos. Estos microorganismos nombrados también como biocatalizadores, operan bajo condiciones controladas dando como resultado la generación de electrones, el cual proviene de la catálisis de la materia orgánica y son captados en un electrodo como aceptor terminal de electrones, sustituyendo de esta manera a los aceptores naturales de electrones como el oxígeno (Das & Mangwani, 2010; Watanabe, 2008).

Imagen 1. Principal funcionamiento de una CCM (Obi & Asogwa, 2015)



El diseño común de una biocelda consiste en dos cámaras separadas por una Membrana de Intercambio Protónico (MIP), dentro de las cámaras podemos encontrar un electrodo, la cámara anaeróbica contiene un ánodo mientras que el cátodo está situado en la cámara aeróbica. El funcionamiento del sistema representado en la Figura 1, consiste en la oxidación del sustrato por medio de los biocatalizadores generando electrones, protones y CO_2 , reacción que ocurre en la cámara anódica. Los electrones producidos serán captados por el ánodo que posteriormente van a fluir por un circuito externo hasta llegar al cátodo, al mismo tiempo los protones atraviesan la MIP para dirigirse a la cámara catódica, lugar donde ocurre la combinación de los mismos con el oxígeno del aire y los electrones captados del ánodo para reducirse a agua (Kim *et al.*, 2007; Revelo *et al.*, 2013).

El rendimiento y la eficiencia de la actividad bioelectrogénica en las CCMs están dirigidos por parámetros como factores fisicoquímicos, biológicos y operativos, donde los más destacados están relacionados con el tipo de sustrato; los donadores y aceptores de electrones; el pH y temperatura de las cámaras; así como los materiales de los componentes. Para iniciar, la elección del sustrato es una de las piezas importantes en el rendimiento del sistema, este va a depender de su naturaleza y biodegradabilidad; los tipos de sustratos que se han utilizado son nombrados más adelante (Mohan *et al.*, 2014).

Asimismo, el cambio de pH afecta la concentración iónica, el potencial de la membrana, la eficiencia del metabolismo del sustrato, la síntesis de proteínas y los subproductos metabólicos, presentando una mejor transferencia de electrones a un pH acidófilo en comparación con los neutros o básicos (Mohan *et al.*, 2014; Raghavulu *et al.*, 2009; Hernández-Fernández *et al.*, 2015).

De la misma manera, los materiales de las partes de las bioceldas, por ejemplo, los electrodos influyen en el crecimiento de los microorganismos y su generación

de electrones, por esta razón deben cumplir ciertas características como, ser buenos conductores de electricidad, biocompatible, químicamente estables en el anolito, alta porosidad y capacidad de descarga de electrones. Mientras que, la potencia de salida del dispositivo es afectada por la resistencia interna del mismo y la reducción de la polarización de concentración, los cuales dependen de la membrana de intercambio de protones (Rahimnejad *et al.*, 2015; Du *et al.*, 2007). En la Tabla 1 se muestra en resumen los materiales de los que están elaborados los componentes principales de una CCM.

Du *et al.*, (2007) describen que, las celdas son fabricadas en acrílico o en vidrio, siendo una variante la exposición del cátodo al aire y así descartar el uso de una cámara catódica; mientras que, para la elaboración de los electrodos, platino (Pt) y Pt negro son mejores que los electrodos convencionales de grafito, fieltro de grafito y tela de carbón, sin embargo, los costos son más elevados. Por otra parte, el estudio realizado por Peighambaroust *et al.* (2010) sobre las membranas de intercambio de protones resaltan el uso de Nafion por su alta conductividad a diferentes tipos de cationes y un nivel adecuado de hidratación y espesor, los cuales afectan el rendimiento celular.

Tabla 1. Componentes principales en una CCM

Componente	Materiales	Observaciones
Ánodo	Grafito, fieltro de grafito, papel carbón, tela de carbón, Pt, Pt negro, carbón vítreo reticulado (RVC)	Necesario
Cátodo	Grafito, fieltro de grafito, papel carbón, tela de carbón, Pt, Pt negro, RVC	Necesario
Cámara anódica	Vidrio, policarbonato, plexiglás	Necesario
Cámara catódica	Vidrio, policarbonato, plexiglás	Opcional
Sistema de intercambio de protones	Membrana de intercambio de protones: Nafion, Ultrex, polietileno.poli (estireno-codivinilbenceno); puente de sal, tabique de porcelana o electrolito únicamente	Necesario
Catalizador de electrodos	Pt, Pt negro, MnO ₂ , Fe ³⁺ , polianilina, mediador de electrones inmovilizado en el ánodo	Opcional

Fuente: Du et al., 2007.

Los métodos de operación y funcionalidad han sido algunas ventajas de este tipo de tecnología emergente, entre ellos destacan una alta eficiencia de conversión directa de la energía química del sustrato en energía eléctrica, así como la posibilidad de efectuar sus procesos en condiciones ambientales y una emisión mínima de dióxido de carbono por lo que no necesita tratamiento de gases generados (Hernández-Fernández *et al.*, 2015). Asimismo, Liu *et al.* (2004) mencionan que estos sistemas no recurren a un gasto energético para la aireación del cátodo siendo una tecnología prometedora para la aplicación de su potencial en lugares donde hagan falta instalaciones eléctricas.

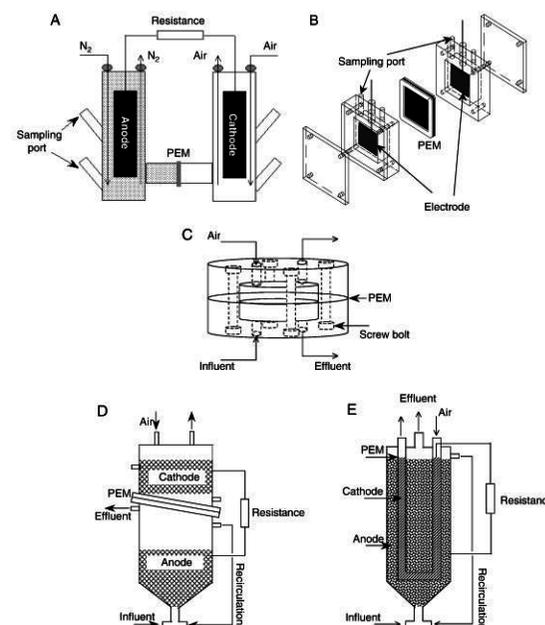
Uno de los factores que limitan la operación de las CCMs es el alto costo de los materiales, por ejemplo, la membrana de nafión utilizada para el intercambio de protones y los electrodos elaborados de materiales convencionales, que por su parte presentan retos como la obstrucción, una baja eficiencia y fragilidad. Estos desafíos son los responsables de buscar nuevos diseños y materiales de bajo costo para implementar la eficiencia de prototipos en planta piloto y así poder ser llevados a una escala industrial (Franks & Nevin, 2010; Daverey, 2019).

1.1.1. TIPOS DE CELDAS DE COMBUSTIBLE MICROBIANA

Las CCM funcionan bajo un rango de condiciones que incluyen diferencias en temperatura, pH, aceptador de electrones, áreas de superficie de electrodos, tamaño del reactor y tiempo de operación (Logan *et al.*, 2006). Es por esto que se han desarrollado diferentes tipos de CCM con una diversidad de configuraciones y utilizando una variedad de materiales, por ejemplo, CCM de cámara doble, CCM de cámara única, CCM tubular, CCM de placa y CCM apiladas (Leong *et al.*, 2013).

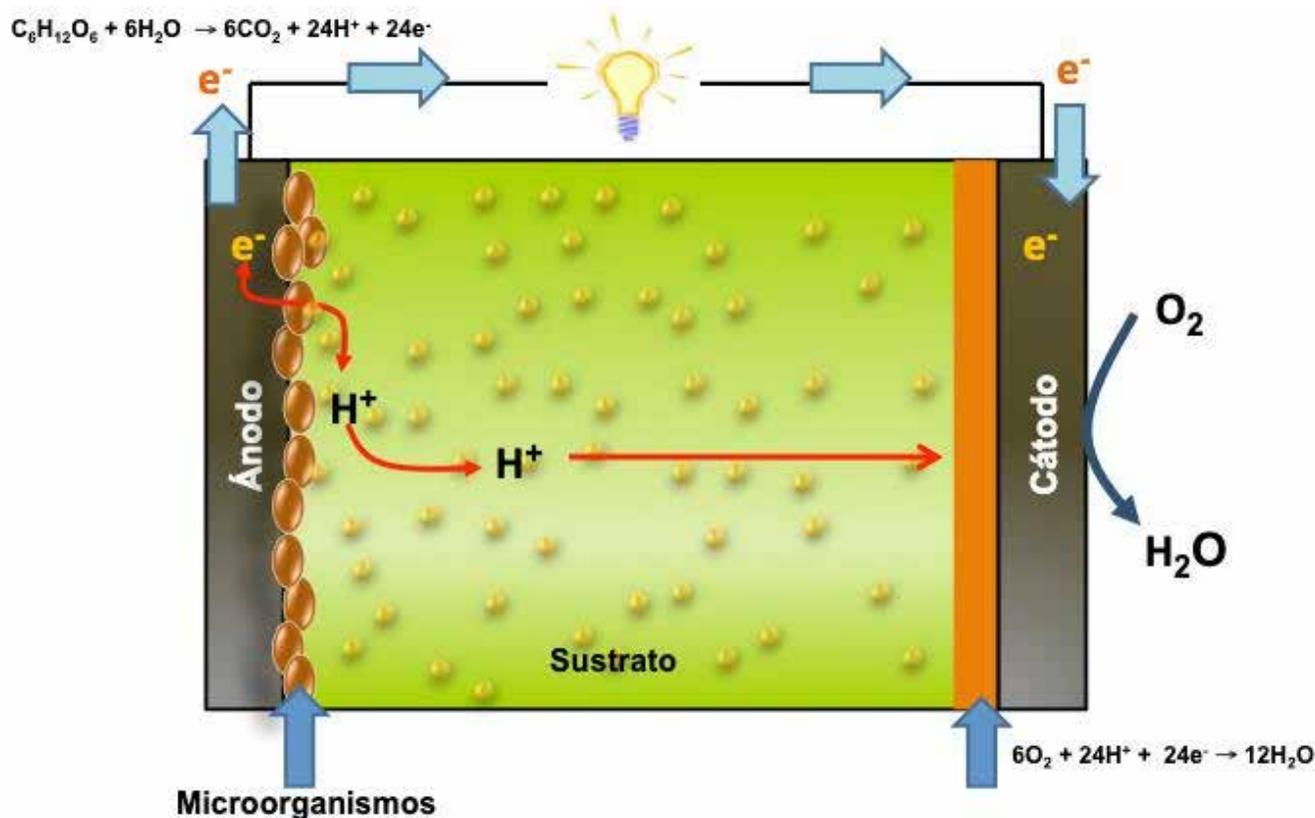
Como se mencionó anteriormente, una biocelda típica con dos compartimentos se basa en una cámara anódica (reacción de oxidación) y una cámara catódica (reacción de reducción), conectadas mediante una MIP, o en algunos casos un puente salino, permitiendo el flujo de iones positivos a la cámara catódica y al mismo tiempo impide la difusión del oxígeno al ánodo. Este tipo de sistema son mayormente usados a nivel laboratorio en forma cilíndrica (Figura 2 A) o rectangular (Figura 2 B), y operado en modo discontinuo con medios químicamente definidos (Bullen, 2006).

*Imagen 2. Esquemas de una CCM de dos compartimentos en forma cilíndrica (A), forma rectangular (B), forma miniatura (C), configuración de flujo ascendente con forma cilíndrica (D), forma cilíndrica con un compartimento catódico en forma de U (E) (Du *et al.*, 2007).*



Du *et al.* (2007) esquematizaron las variantes que pueden optar este tipo de sistema, el cual consiste en una CCM en miniatura (Figura 2 C) útiles para la alimentación de sensores autónomos; y en modo de flujo ascendente (Figura 2 D Y E) adecuados para tratamientos más que para generación de energía. A diferencia de una CCM de doble cámara, la CCM de una sola cámara tiene expuesto el cátodo al aire libre por lo que no necesita de otro compartimento, reduciéndose de esta manera a solo una cámara anódica como se muestra en la Figura 3. Los diseños realizados basados en este modelo pueden presentarse en forma rectangular, cilíndrica y tubular (Leong *et al.*, 2013; Du *et al.*, 2007).

Imagen 3. Esquema de CCM de una sola cámara (Leong *et al.*, 2013).



En cuanto a las CCM tubulares, Leong *et al.* (2013) mencionan que dichas celdas están compuestas por una cámara con un ánodo central mientras que el cátodo se encuentra al aire; debido a su forma tubular o cilíndrica, la MIP está situada alrededor de la cámara central. Una CCM de placa, por su parte, consiste en dos placas rectangulares planas, entre las cuales se encuentra la MIP; dichas placas contienen canales de flujo en la superficie interna, el cual permite que el sustrato fluya en el área anódica y el aire en el área del cátodo. Por último, para mejorar la producción de energía se emplean las CCM apiladas, para esto, las celdas se organizan en una sola pila conectadas en serie o en paralelo (Aelterman *et al.*, 2006).

1.1.2. SUSTRATO

Uno de los aspectos más importantes al momento de operar una CCM es la elección del sustrato, gracias a los diferentes trabajos realizados sabemos que existe una gran variedad de sustratos que pueden funcionar como donadores de electrones. Dentro de los cuales podemos encontrar desde compuestos puros hasta mezclas complejas, por ejemplo, al inicio de las investigaciones se usaban generalmente la glucosa y el acetato, años más tarde el uso de biomasa proveniente de residuos industriales tomó interés como tratamientos de biorremediación, siendo esto un plus ecológico (Revelo *et al.*, 2013). Algunos de los sustratos utilizados en las CCM se muestran en la Tabla 2.

El acetato ha sido uno de los sustratos usado mayormente en diversos estudios, esto puede deberse a su composición simple y la habilidad de inducir bacterias electroactivas, además, es usado cuando se trata de comparar entre diferentes configuraciones y condiciones operativas de CCM, ya que posee inercia hacia conversiones microbianas alternativas a temperatura ambiente como fermentación o metanogénesis (Pant *et al.*, 2010).

La potencia eléctrica utilizando acetato fue mejor comparada con una CCM basada en consorcios inducidos por un agua residual rica en proteínas (Liu *et al.*, 2009). Sin embargo, la ventaja de usar como sustrato el agua residual rica en proteínas es el enriquecimiento de una comunidad microbiana más diversa, que ayuda a la conversión de los compuestos orgánicos complejos en compuestos más simples (Pant *et al.*, 2010).

Tabla 2. Diferentes sustratos utilizados en CCM

Tipo de sustrato	Tipo de CCM	Referencia
Acetato	CCM de una cámara en forma de cubo con ánodo de cepillo de fibra de grafito	Logan <i>et al.</i> (2007)
Arabitol	CCM de una cámara con cátodo de aire, tela de carbono a prueba de humedad como ánodo y cátodo	Catal <i>et al.</i> (2008b)
Biomasa de la cosecha de maíz	CCM de una cámara con cátodo de aire sin membrana, con ánodo de papel de carbón y cátodo de tela de carbono	Zuo <i>et al.</i> (2006)
Etanol	CCM de dos cámaras con cátodo acuoso, electrodos de papel carbón	Kim <i>et al.</i> (2007)
Glucosa	CCM de una cámara con cátodo de aire, tela de carbono a prueba de humedad como ánodo y cátodo	Catal <i>et al.</i> (2008a)
Extracto de malta, extracto de levadura y glucosa	CCM de dos cámaras con puente de sal, mediadores y placa de grafito como electrodo	<i>et al.</i> (2008)
Almidón	CCM de dos cámaras con ánodo de grafito tejido y catolito de ferricianuro	Niessen <i>et al.</i> (2004)
Sacarosa	CCM de dos cámaras sin mediador, con malla de acero inoxidable como ánodo y cátodo; KMnO ₄ como catolito	Behera y Ghangrekar (2009)
Aguas residuales artificiales con glucosa y glutamato	CCM sin membrana, con ánodo en la parte inferior y cátodo en la parte superior del cilindro; fieltro de grafito como electrodo	Jang <i>et al.</i> (2004)

Tipo de sustrato	Tipo de CCM	Referencia
Aguas residuales domésticas	CCM de dos cámaras sin mediador con electrodo de grafito liso	Wang <i>et al.</i> (2009a)
Aguas residuales ricas en proteínas	CCM de dos cámaras con varillas de grafito como electrodo	Liu <i>et al.</i> (2009)
Aguas residuales urbanas reales	Cámaras separadas de anolito y catolito conectadas con un puente de sal; ánodo de cilindro de grafito	Rodrigo <i>et al.</i> (2007)
Aguas residuales sintéticas	CCM de doble cámara con electrodo de placa de grafito	Venkata Mohan <i>et al.</i> (2008a)

Fuente: Modificado de Pant et al., 2010.

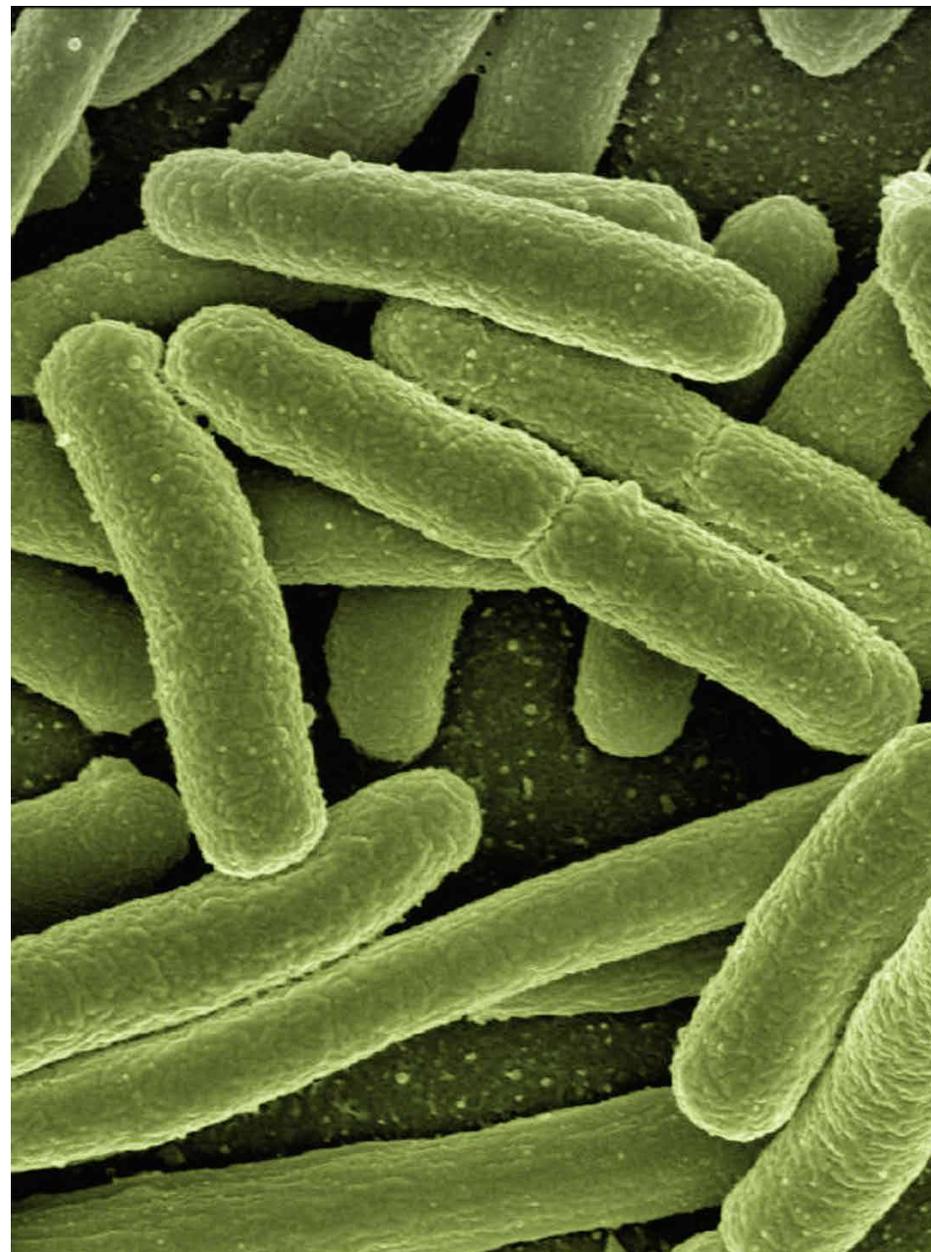
1.2. MICROORGANISMOS ELECTROGÉNICOS

El metabolismo productor de energía de las bacterias utiliza la energía potencial contenida en los nutrientes que se produce por reacciones de óxido-reducción, mediante procesos como fermentación y respiración. (Varela & Grotiuz, 2008). Los equivalentes reductores (protones y electrones) generados durante la fermentación en forma de portadores redox como Nicotinamida Adenina Dinucleótido (NAD⁺), Flavina Adenina Dinucleótido (FAD⁺) y Flavina Mononucleótido (FMN⁺), entre otros; se mueven a

través de una cascada de componentes redox hacia un aceptor de electrones terminal disponible y ayudan a generar energía en forma de ATP (adenosina-trifosfato) durante la respiración (Mohan *et al.*, 2014). En la fermentación, tanto la molécula dadora como la aceptor de electrones, son compuestos orgánicos. En cambio, en la respiración hay un aceptor final exógeno, que cuando es el oxígeno se denomina respiración aerobia y cuando es un compuesto inorgánico, respiración anaerobia (Varela & Grotiuz, 2008).

Por lo tanto, el metabolismo anaeróbico ofrece la posibilidad de aprovechar los electrones disponibles en el sistema en diversas formas de energía o productos valiosos añadidos (Mohan *et al.*, 2014). Diversos estudios han identificado microorganismos bioelectrocatalíticamente activos, es decir, con capacidad de interactuar con electrodos en CCM, donde generalmente se cultivan en condiciones anaeróbicas utilizando sustratos (orgánicos e inorgánicos) en el efluente como donantes de electrones y al ánodo como aceptores de electrones (Yasri *et al.*, 2019). Debido a esto, se han propuesto algunos términos para nombrarlos, por ejemplo: microorganismos electrogénicos, anófilos, exoelectrógenos, bacterias que respiran los ánodos y bacterias electroquímicamente activas (Lovley, 2008).

Los microorganismos involucrados en CCM varían de aerobios y anaerobios facultativos hasta anaerobios estrictos (Rabaey y Verstraete, 2005). Una estrategia para determinar qué microorganismos contribuyen a la producción de energía de varias fuentes de combustible es identificar aquellos que colonizan selectivamente las superficies anódicas siendo dependientes de las condiciones de enriquecimiento (Kim *et al.*, 2007). En las CCM utilizando diferentes inóculos, fuentes de energía y/o configuraciones se han encontrado un predominio de *Gammaproteobacteria*, *Betaproteobacteria*, *Deltaproteobacteria*, *Rhizobiales* o *Clostridia* en la superficie del ánodo (Lovley, 2008).



El enriquecimiento de las celdas con diferentes fuentes naturales de inóculo y sustrato como aguas residuales de varios tipos se han encontrados bacterias como *Firmicutes*, *Acidobacterias*, *Esfingobacterias*, *Bacteroides* y las mencionadas anteriormente (Patil *et al.*, 2012). Phung *et al.* (2004) reportaron que los cultivos mixtos que utilizan sustratos complejos consisten principalmente en *Proteobacterias*, de las cuales *Actinobacterias* se encontraron en celdas alimentadas con agua residual sintética y *Deltaproteobacteria*, *Acidobacteria*, *Chloroflexi* y *Verrucomicrobia*, alimentadas con agua de río.

Min *et al.*, (2005) han mencionado diferentes microorganismos en CCM sin mediadores como *Shewanella putrefaciens*, *Clostridium butyricum*, *Rhodofera ferrireducens* y *Geobacter metallireducens*, los cuales utilizan sustratos como glucosa, lactato, piruvato, formiato y benzoato. Miembros de la familia *Enterobacteriaceae*, como *Klebsiella* sp. y *Enterobacter* sp. y otras *gammaproteobacterias*, reportado por Kim *et al.*, (2006) fueron encontradas en celdas inoculadas con lodo activado y enriquecidas con aguas residuales artificiales que contienen glucosa y glutamato como donante de electrones.

Por otro lado, los estudios realizados con *Geobacter sulfurreducens* y *Shewanella oneidensis* indican que son especies modelo que realizan la transferencia directa de electrones extracelular facilitados por los nanocables microbianos en CCM (Debabov, 2008). Los nanocables de *G. sulfurreducens* se componen de pili que tienen una conductividad similar a un metal, dichos pilis producen biopelículas conductoras que generan densidades de corriente. Mientras que *S. oneidensis* realiza el transporte mediante el salto de los electrones entre los citocromos ubicados en los filamentos (Malvankar y Lovley, 2014).

Rabaey *et al.*, (2004) identificaron comunidades bacterianas anaerobias facultativas tales como *Pseudomonas aeruginosa*, *Alcaligenes faecalis* y *Enterococcus gallinarum* con actividad electroquímica a través de mediadores redox excretados, uno de estos mediadores, la piocianina producida por *P. aeruginosa*. Por el contrario, los microorganismos como *Gluconobacter oxydans*, *Proteus mirabilis* y *Actinobacillus succinogenes* utilizan mediadores redox artificiales como la tionina o rojo neutro para el transporte de los electrones (Du *et al.*, 2007).

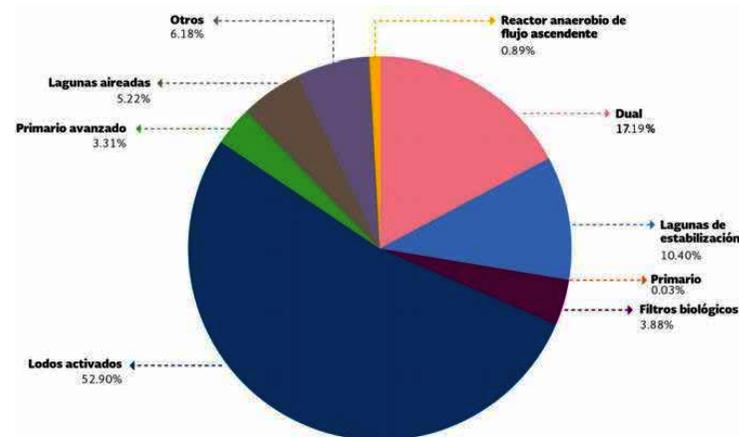
1.3. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES COMO APLICACIÓN

El uso de un ánodo como aceptor final de electrones por bacterias ha dado lugar a la posibilidad de una amplia gama de aplicaciones. Cabe señalar que muchas de estas aplicaciones previstas no son actualmente viables y requieren mejoras significativas para convertirse en tecnologías viables. Una de las áreas más activas de la investigación de CCM es la producción de energía a partir de aguas residuales combinadas con la oxidación de compuestos orgánicos o inorgánicos (Franks & Nevin, 2010).

La generación de aguas residuales está directamente relacionada con la población, por ello, el incremento de la población a nivel nacional (urbanas o rurales) ocasiona simultáneamente mayores descargas de aguas residuales (De la Peña *et al.*, 2013). Según los últimos datos reportados por CONAGUA (2017) en el año 2016 se generaron a nivel nacional más de 7,200 millones de m³ de aguas residuales municipales (228.940 m³/s), de los cuales el 92.70% fueron captadas (212.204 m³ /s). Del volumen captado, un 58.20% recibieron tratamiento (123.587 m³/s), mientras que el 41.80% de caudal colectado restante fue vertido sin previo tratamiento (88.617 m³ /s).

Las aguas residuales municipales contienen una multitud de compuestos orgánicos que pueden alimentar las CCM (Du *et al.*, 2007). Convencionalmente, las aguas residuales municipales se tratan principalmente con el proceso de lodo activado (Figura 6). Aunque este proceso convencional es altamente eficiente para eliminar la DQO de las aguas residuales municipales, consume una gran cantidad de electricidad, además de contribuir significativamente a la emisión de gases de efecto invernadero (CO₂) a la atmósfera (Du *et al.*, 2007; Daverey *et al.*, 2019).

Imagen 4. Principales procesos de tratamiento de aguas residuales municipales por caudal tratado 2017.



Fuente: CONAGUA, 2017Aa.



Por lo tanto, en comparación con los tratamientos convencionales de aguas residuales (por ejemplo, digestión anaeróbica), las celdas de combustible microbianas no necesitan energía para la aireación de su proceso anaerobio, generan menores cantidades de lodo reduciendo costos de postratamiento y no requieren tratamiento de gases (dióxido de carbono) debido a que normalmente no tienen contenido de energía útil. Entre otros beneficios como la degradación de colorantes y metales pesados encontrados en las aguas residuales (Hernández-Fernández *et al.*, 2015; Liu *et al.*, 2004).

Min & Logan (2004) diseñaron una CCM de placa plana, que consistía en un solo canal formado entre dos placas no conductoras, separadas en dos partes por un sistema combinado de electrodo/MIP, con una alimentación continua de aguas residuales domésticas y enriquecidas con sustratos específicos. La densidad de potencia promedio que obtuvieron usando solo aguas residuales domésticas fue de 72 ± 1 mW/m² con una eliminación de DQO del 42%; mientras que al utilizar acetato (286 ± 3 mW/m²), almidón (242 ± 5 mW/m²), glucosa (212 ± 2 mW/m²), dextrano (150 ± 1 mW/m²) y butirato (220 ± 1 mW/m²) registraron porcentajes de eliminación de DQO de 8, 26, 32, 22, 3 y 10%, respectivamente.

La generación de energía eléctrica máxima obtenida por Liu *et al.*, (2004) fue de 26 mW/m² a partir de aguas residuales, eliminando hasta el 80% de la DQO. Para esto, utilizaron una CCM de cámara única con ocho electrodos de grafito (ánodos) y un único cátodo de aire, operando el sistema bajo condiciones de flujo continuo con efluente clarificador primario obtenido de una planta local de tratamiento de aguas residuales. Sin embargo, cuando inocularon el reactor inicialmente con *Geobacter metallireducens* alcanzaron un máximo de solo 12.2 mW/m².

En el estudio realizado por Estrada-Arriaga *et al.*, (2018) demostraron que cuando la CCM apilada se cambia de conexiones no conectadas a conexiones en serie y paralelas, la eliminación de contaminantes y el rendimiento de la electricidad cambian significativamente. Los voltajes que obtuvieron de las CCM individuales fueron de 0.08-1.1 V a circuito abierto, eliminando un 74% de DQO. Mientras que, en conexión paralela, la densidad de potencia máxima fue de 5,8 mW/m² con 78% en la eliminación de DQO, datos que incrementaron al cambiar la conexión en serie, donde obtuvieron una potencia máxima de 2500 mW/m² con una eliminación de DQO de 84%.

En contraste, Winfield *et al.*, (2012) operaron CCMs en miniatura (siete) unidas hidráulicamente en flujo continuo, inoculado con efluente primario y alimentado con agua residual sintética enriquecida con acetato (10mM). La densidad de potencia volumétrica individual fue de 9.8 W/m³ eliminando un 52% de DQO; cuando la conexión fue en paralelo obtuvieron 9.4 W/m³, comparado con los resultados de conexión en serie, reportan que la conexión en paralelo tuvo un mejor rendimiento y consideran que la disminución de DQO puede verse favorecida a altas densidades de corriente.

Cuando se usa las CCMS en el tratamiento de aguas residuales, se necesita una gran área de superficie para que la biopelícula se acumule en el ánodo. Además de la implementación de electrodos económicos que resistan el ensuciamiento. El combustible en una CCM aplicada a tratamiento de aguas residuales es a menudo una biomasa bastante diluida en la cámara anódica que tiene una energía limitada. Por lo tanto, esta tecnología sigue en constante desarrollo para aplicaciones a gran escala (Du *et al.*, 2007).

2. METODOLOGÍA

La metodología se llevará a cabo de forma presencial, adoptando nuevos enfoques de enseñanza-aprendizaje, esto permite a los estudiantes conocer una de las formas en que se practica la ciencia, desarrollando en ellos competencias para valorar la misma, a la vez desarrollan el pensamiento crítico que le permita enseñarles a resolver problemas sociales y del medio ambiente, y estar más cerca con la ciencia.

La metodología a seguir para la campaña divulgativa del uso de Celdas de Combustible Microbianas se desarrollará en un periodo semestral, en el cual se visitarán dos escuelas de nivel medio superior, las docentes participantes en esta campaña seleccionarán dos equipos para realizar la preparación de los mismos, a través del conocimiento y herramientas de la aplicación que les permita mostrar a los estudiantes de nivel medio superior, una técnica de aprendizaje que utiliza Celdas de Combustible Microbianas (CCMs), en la cual las bacterias obtienen la energía transfiriendo electrones desde un donador de electrones, como el agua residual (materia orgánica), hacia un aceptor de electrones, como el oxígeno.

2.1 CONSTRUCCIÓN DE LA CELDA DE COMBUSTIBLE MICROBIANA

La celda de combustible microbiana consiste de una estructura cilíndrica de acrílico de 6 cm de diámetro en el área anódica, cuenta con orificios de entrada y salida y su volumen aproximado de operación es de 150 mL, (Figura 1a). En ambas caras de la cámara cilíndrica, se colocó un sistema de electrodos tipo “emparedado”, como se muestra en la (Figura1b), constituidos por una lámina de acero inoxidable perforada en el extremo, una tela de carbón Toray (cátodo), con una concentración de 0.5 mg Pt/cm² (Pt 10 wt%/C-EOTEK), membrana de intercambio protónico (Nafion 117), seguido por otra lámina de acero inoxidable perforada, y por último una tela de carbón Toray (ánodo) en el extremo interno de la celda. Los cátodos para cada emparedado son aireados por convección natural [Ortega y col., 2013].

2.2 ACONDICIONAMIENTO DE BACTERIAS SULFATO-REDUCTORAS

Las bacterias sulfato-reductoras son microorganismos electrogénicos que se obtuvieron de un biorreactor mesofílico continuo.

2.3 ALIMENTACIÓN E INOCULACIÓN DE LA CCM

Para la caracterización y operación de la CCM, se utilizarán 75 mL de bacterias sulfato-reductoras como microorganismos electrogénicos y 75 mL de un agua residual.

2.4 OPERACIÓN EN LOTE DE LA CCM

La celda de combustible microbiana se operará durante 30 minutos y con una resistencia externa específica para lograr la generación de corriente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aelterman, P., Rabaey, K., Pham, H. T., Boon, N., & Verstraete, W. (2006). Continuous electricity generation at high voltages and currents using stacked microbial fuel cells. *Environmental science & technology*, 40(10), 3388-3394.
- Alejo-Velázquez, L. P., Aragón-Martínez, M. C., & Cornejo-Romero, A. (2014). Extracción y purificación de ADN. *Herramientas moleculares aplicadas en ecología: aspectos teóricos y prácticos*, 1.
- Bond, D. R., Strycharz-Glaven, S. M., Tender, L. M., & Torres, C. I. (2012). On electron transport through *Geobacter* biofilms. *ChemSusChem*, 5(6), 1099-1105.
- Bou, G., Fernández-Olmos, A., García, C., Sáez-Nieto, J. A., & Valdezate, S. (2011). Métodos de identificación bacteriana en el laboratorio de microbiología. *Enfermedades infecciosas y microbiología clínica*, 29(8), 601-608.
- Bullen, R. A., Arnot, T. C., Lakeman, J. B., & Walsh, F. C. (2006). Biofuel cells and their development. *Biosensors and Bioelectronics*, 21(11), 2015-2045.

- Cuenca, V.C. (2006). La técnica de PCR: ¿en qué fase de desarrollo técnico se encuentra? *Revista de salud ambiental*, 6(1-2), 85-88.
- Carrigg, C., Rice, O., Kavanagh, S., Collins, G., & O'Flaherty, V. (2007). DNA extraction method affects microbial community profiles from soils and sediment. *Applied microbiology and biotechnology*, 77(4), 955-964.
- CONAGUA (2017) Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Biblioteca de Publicaciones Oficiales del Gobierno de la República
- CONAGUA (2017a). Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento. Sistema de Información de Servicios Básicos del Agua
- Debabov, V. G. (2008). Electricity from microorganisms. *Microbiology*, 77(2), 123.
- Donaire-Figueroa, K., Pérez-Duval, A., Romero-Calle, D. X., Cárdenas-Alegría, O., & Álvarez-Aliaga, M. T. (2017). Establecimiento y evaluación de dos métodos de pre tratamiento de muestras de suelo para la extracción de ADN para el estudio de la diversidad bacteriana. *Revista CON-CIENCIA*, 5, 27.
- Das, S. & Mangwani, N. (2010). Recent developments in microbial fuel cells: A review. *Journal of Scientific and Industrial Research*. 69. 727-731.
- De la Peña, M. E., Ducci, J., & Zamora Plascencia, V. (2013). Tratamiento de aguas residuales en México. Inter-American Development Bank.
- Daverey, A., Pandey, D., Verma, P., Verma, S., Shah, V., Dutta, K., & Arunachalam, K. (2019). Recent advances in energy efficient biological treatment of municipal wastewater. *Bioresource Technology Reports*, 100252.
- Du, Z., Li, H., & Gu, T. (2007). A state of the art review on microbial fuel cells: a promising technology for wastewater treatment and bioenergy. *Biotechnology advances*, 25(5), 464-482.
- Estrada-Arriaga, E. B., Hernández-Romano, J., García-Sánchez, L., Gillén-Garcés, R. A., Bahena-Bahena, E. O., Guadarrama-Pérez, O., & Moeller-Chavez, G. E. (2018). Domestic wastewater treatment and power generation in continuous flow air-cathode stacked microbial fuel cell: Effect of series and parallel configuration. *Journal of environmental management*, 214, 232-241.
- Franks, A. E., & Nevin, K. P. (2010). Microbial fuel cells, a current review. *Energies*, 3(5), 899-919.
- Mohan, S. V., Velvizhi, G., Modestra, J. A., & Srikanth, S. (2014). Microbial fuel cell: critical factors regulating bio-catalyzed electrochemical process and recent advancements. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 40, 779-797.

- Huang, B., Gao, S., Xu, Z., He, H., & Pan, X. (2018). The functional mechanisms and application of electron shuttles in extracellular electron transfer. *Current microbiology*, 75(1), 99-106.
- Hernández-Fernández, F. J., Pérez de los Ríos, A., Salar-García, M. J., Ortiz-Martínez, V. M., Lozano-Blanco, L. J., Godínez, C., Tomás-Alonso, F. & Quesada-Medina, J. (2015). Recent progress and perspectives in microbial fuel cells for bioenergy generation and wastewater treatment. *Fuel Processing Technology*, 138, 284-297.
- Kim, B. H., Chang, I. S., & Gadd, G. M. (2007). Challenges in microbial fuel cell development and operation. *Applied microbiology and biotechnology*, 76(3), 485.
- Kim, G. T., Webster, G., Wimpenny, J. W. T., Kim, B. H., Kim, H. J., & Weightman, A. J. (2006). Bacterial community structure, compartmentalization and activity in a microbial fuel cell. *Journal of applied microbiology*, 101(3), 698-710.
- Logan, B. E., Hamelers, B., Rozendal, R., Schröder, U., Keller, J., Freguia, S., Aelterman, P., Verstraete, W. & Rabaey, K. (2006). Microbial fuel cells: methodology and technology. *Environmental science & technology*, 40(17), 5181-5192.
- Leong, J. X., Daud, W. R. W., Ghasemi, M., Liew, K. B., & Ismail, M. (2013). Ion exchange membranes as separators in microbial fuel cells for bioenergy conversion: a comprehensive review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 28, 575-587.
- Liu, H., Ramnarayanan, R., & Logan, B. E. (2004). Production of electricity during wastewater treatment using a single chamber microbial fuel cell. *Environmental science & technology*, 38(7), 2281-2285.
- Lovley, D. R. (2012). *Electromicrobiology*. *Annual review of microbiology*, 66, 391-409.
- Lovley, D. R. (2008). The microbe electric: conversion of organic matter to electricity. *Current opinion in biotechnology*, 19(6), 564-571.
- Min, B., Cheng, S., & Logan, B. E. (2005). Electricity generation using membrane and salt bridge microbial fuel cells. *Water research*, 39(9), 1675-1686.
- Mosquera, R. V. (2005). Marcadores moleculares y la extracción de ADN. *INGRESAR A LA REVISTA*, 3(1), 14-18.
- Mas, E., Poza, J., Ciriza, J., Zaragoza, P., Osta, R., & Rodellar, C. (2016). Fundamento de la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR). *Revista AquaTIC*, (15).
- Malvankar, N. S., & Lovley, D. R. (2014). Microbial nanowires for bioenergy applications. *Current Opinion in Biotechnology*, 27, 88-95.
- Min, B., & Logan, B. E. (2004). Continuous electricity generation from domestic wastewater and organic substrates in a flat plate microbial fuel cell. *Environmental science & technology*, 38(21), 5809-5814.

- Olmos, A. F. de la Fuente, C. G., Nieto, J. A. S., & Ramos, S. V. (2010). Métodos de identificación bacteriana en el laboratorio de microbiología. *Procedimientos en Microbiología Clínica*, 5-9.
- Obi, C. N., & Asogwa, G. C. (2015). Electromicrobiology: An Emerging Reality—A Review. *Open Access Library Journal*, 2(11), 1.
- Peighambardoust, S. J., Rowshanzamir, S., & Amjadi, M. (2010). Review of the proton exchange membranes for fuel cell applications. *International journal of hydrogen energy*, 35(17), 9349-9384.
- Pant, D., Van Bogaert, G., Diels, L., & Vanbroekhoven, K. (2010). A review of the substrates used in microbial fuel cells (MFCs) for sustainable energy production. *Bioresource technology*, 101(6), 1533-1543.
- Patil, S. A., Hägerhäll, C., & Gorton, L. (2012). Electron transfer mechanisms between microorganisms and electrodes in bioelectrochemical systems. *Bioanalytical Reviews*, 4(2-4), 159-192.
- Phung, N. T., Lee, J., Kang, K. H., Chang, I. S., Gadd, G. M., & Kim, B. H. (2004). Analysis of microbial diversity in oligotrophic microbial fuel cells using 16S rDNA sequences. *FEMS microbiology letters*, 233(1), 77-82.
- Raghavulu, S. V., Mohan, S. V., Goud, R. K., & Sarma, P. N. (2009). Effect of anodic pH microenvironment on microbial fuel cell (MFC) performance in concurrence with aerated and ferricyanide catholytes. *Electrochemistry Communications*, 11(2), 371-375.
- Rahimnejad, M., Adhami, A., Darvari, S., Zirepour, A., & Oh, S. E. (2015). Microbial fuel cell as new technology for bioelectricity generation: a review. *Alexandria Engineering Journal*, 54(3), 745-756.
- Rabaey, K., & Verstraete, W. (2005). Microbial fuel cells: novel biotechnology for energy generation. *TRENDS in Biotechnology*, 23(6), 291-298.
- Rabaey, K., Boon, N., Siciliano, S. D., Verhaege, M., & Verstraete, W. (2004). Biofuel cells select for microbial consortia that self-mediate electron transfer. *Appl. Environ. Microbiol.*, 70(9), 5373-5382.
- Roose-Amsaleg, C. L., Garnier-Sillam, E., & Harry, M. (2001). Extraction and purification of microbial DNA from soil and sediment samples. *Applied Soil Ecology*, 18(1), 47-60.
- Rodicio, M. R. & Mendoza, M. C. (2004). Identificación bacteriana mediante secuenciación del ARNr 16S: fundamento, metodología y aplicaciones en microbiología clínica. *Enfermedades infecciosas y microbiología clínica*, 22(4), 238-245.

Rodríguez-Herrera, R., Aguilar-González, C. N., Ayala-Labarríos, L. A., Rocha-Revilla, J. C., Padilla-García, V., & Espinosa-Hernández, T. C. (2009). Detección de microorganismos mediante métodos moleculares. *AQM Revista de Divulgación Científica*, 1(1).

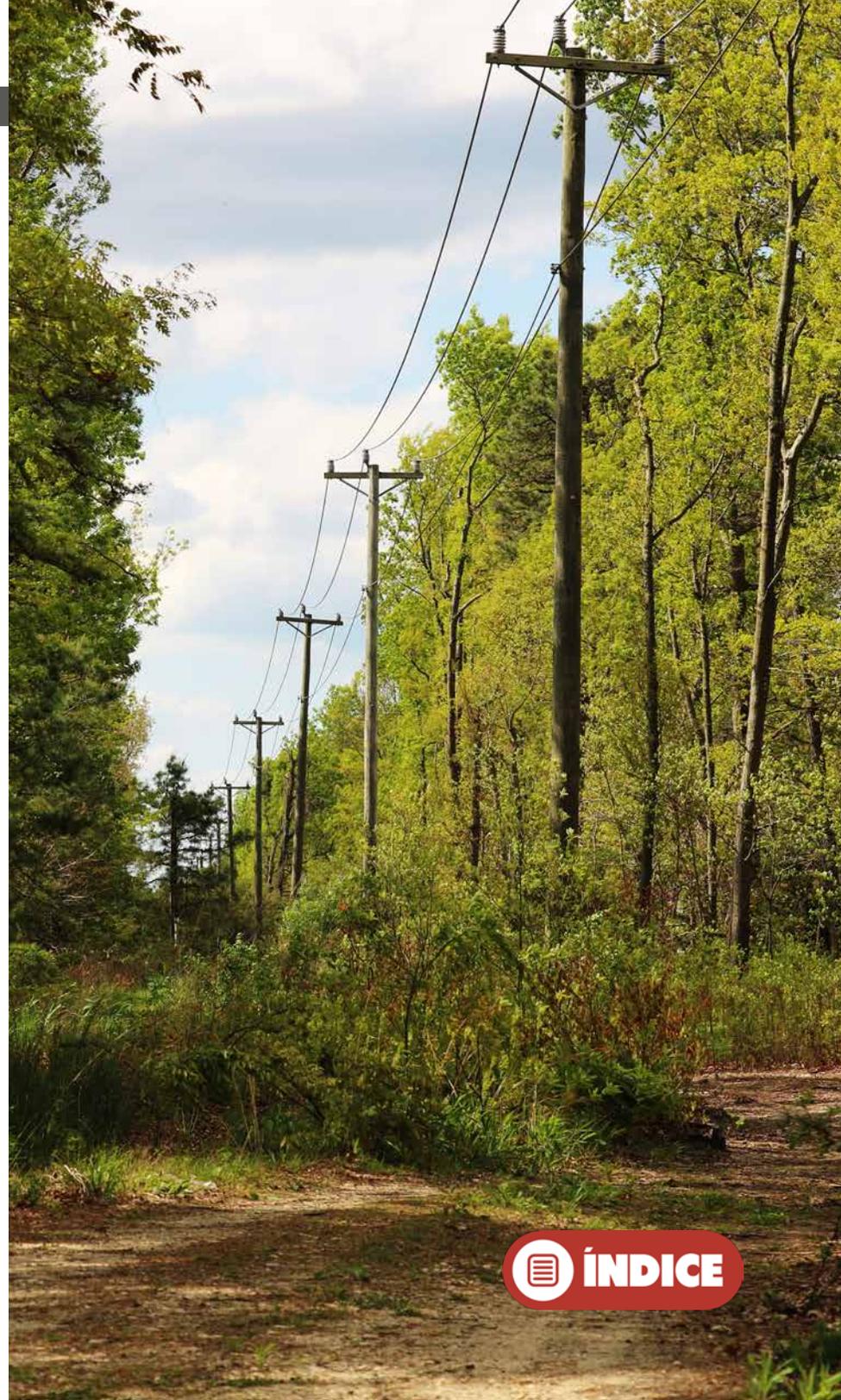
Schröder, U. (2007). Anodic electron transfer mechanisms in microbial fuel cells and their energy efficiency. *Physical Chemistry Chemical Physics*, 9(21), 2619-2629.

Varela, G., & Grotiuz, G. (2008). *Fisiología y metabolismo bacteriano*. Uruguay, Editorial Cefa, 43-58.

Watanabe, K. (2008). Recent developments in microbial fuel cell technologies for sustainable bioenergy. *Journal of bioscience and bioengineering*, 106(6), 528-536.

Yasri, N., Roberts, E. P., & Gunasekaran, S. (2019). The electrochemical perspective of bioelectrocatalytic activities in microbial electrolysis and microbial fuel cells. *Energy Reports*, 5, 1116-1136.

<https://www.namb.net/apologetics-blog/lo-que-todo-estudiante-de-preparatoria-deberia-saber-acerca-de-la-ciencia/>



A photograph of a stack of books, a mug, and an open book on a bed of autumn leaves. The scene is set outdoors with a ground covered in fallen leaves in shades of orange, red, and brown. A light blue mug sits on top of a stack of four closed books. In the foreground, an open book lies flat on the leaves. The word "COORDINADORES" is written in large, bold, white capital letters across the center of the image, flanked by two thin white horizontal lines.

COORDINADORES



GONZALO

Ortega Pineda

Licenciado en administración de empresas. Maestro en Ciencias Administrativas-Instituto de Investigaciones y Estudios Superiores de las Ciencias Administrativas. Doctor en Ecología Tropical por la Centro de Investigaciones Tropicales-Universidad Veracruzana. Docente de educación media superior y superior, del área de emprendimiento con un enfoque rural y comunitario. Consultor acreditado del sistema nacional PYME-Secretaria de Economía. Agente multiplicador de formación de instructores-Secretaria del Trabajo y Previsión Social. Actualmente Director General de Vinculación Social-Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Veracruz-México.

Correo electrónico: gopc30@gmail.com y gortegap@veracruz.gob.mx



DANÚ ALBERTO

Fabre Platas

Licenciado en Sociología-Universidad Veracruzana. Maestría en El Colegio de Michoacán, A.C. Doctorado en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Coordinador de la Red de Vulnerabilidad de la Asociación Latinoamericana de Población. Coordinador del CA UVER-CA-238. Estudioso de la líneas de investigación Dinámicas culturales y reconfiguraciones socio-territoriales; Medio ambiente y desarrollo regional-territorial. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Actualmente es investigador del IIESES-DGI-Universidad Veracruzana

E-mail: danufabre@gmail.com



YESSENIA IDALY

Cano Polo

Licenciada en Pedagogía por la Universidad Veracruzana 2013-2018. Especialista en Administración Educativa. Becaria de la Dirección General de Vinculación Social de la Secretaria de Medio Ambiente del Estado de Veracruz.

Email: cano_polo_pedagogia@hotmail.com.

A blue spiral-bound notebook is the central focus, lying on a dark wooden desk. To its left is a white ceramic cup filled with a dark liquid, likely coffee. In the bottom left corner, a black pen with a silver tip is visible. The background is a soft-focus image of a sunset or sunrise over a body of water, with a warm orange and yellow glow. Two horizontal white lines are drawn across the image: one above the notebook and one below it.

AUTORES



ADA JACQUELINE

Rivera Villamarín

Licenciada en Administración de Negocios Internacionales por la Universidad Veracruzana. Estudiante de la Maestría de Agroecología y Sistemas de Alimentación Regenerativos en la Universidad del Medio Ambiente, Valle de Bravo. Emprendedora social. Colaboradora de Reforestando cuencas, responsable de Agroecología. Coautora del libro “La importancia de la participación ciudadana en la educación ambiental, para lograr incidencia en las políticas públicas”

E-mail: arv@umamexico.com.mx



ADRIANA

Guzmán Reyes

Licenciada en Pedagogía- Universidad Veracruzana. Maestra en Gestión Ambiental para la Sustentabilidad- Universidad Veracruzana. Investigador Adjunto del Instituto de Investigaciones y Estudios Superiores Económicos y Sociales. Miembro colaborador del Cuerpo Académico UVERCA-238 Universidad Veracruzana. Ha participado como ponente en Congresos Internacionales y es autora de dos capítulos de libro con la Universidad Veracruzana y la Universidad de Guadalajara. Realizó una Estancia de Investigación en el Instituto de Investigaciones Sociales, Territoriales y Educativas de la Universidad Nacional de Río IV, Córdoba Argentina. Socia activa de la Obra Kolping Veracruz-México.

E-mail: adrianaguzman993@gmail.com



ALONDRA

Pérez Martínez

Estudiante del programa educativo Ingeniería en Biotecnología de la Universidad Veracruzana-campus Coatzacoalcos. Formación académica en microbiología, biología molecular y cultivo de células y tejidos. Participó en el XLI Encuentro Nacional de la AMIDIQ con el tema “Degradación de suelo contaminado con hidrocarburo mediante Aspergillus niger y Aspergillus flavus”. Actualmente trabaja en la tesis “Análisis de comunidades bacteriana en una celda de combustible bacteriana”.

E-mail: pmalondra29@gmail.com



AMÉRICA ISABEL

Ortiz Carmona

Ingeniero Ambiental por la Universidad Veracruzana, campus Coatzacoalcos. Estudiante de la Maestría en Ciencias en Ecología y Biotecnología del Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada de la Universidad Veracruzana. Participación en congresos nacionales e internacionales. Docente de la Universidad Valle del Grijalva (2016-2018). Docente de la Escuela Superior de Ingeniería Coatzacoalcos (2017 – 2019).



ANDRÉS

de la Rosa Portilla

Ingeniero Agrónomo por la Universidad Veracruzana (UV); Maestro en Desarrollo Regional Sustentable (PNPC CONACYT) por el Colegio de Veracruz. 20 años ha en los sectores Agrícolas y Medio Ambiente. Ex catedrático en la Facultad de Ciencias Agrícolas UV. Profesor invitado al posgrado del INECOL, A.C. Instructor local para Iowa State University. Miembro fundador del Fondo Forestal Mexicano y del programa de Servicios Ambientales. Miembro de la Red de Socioecosistemas y Sustentabilidad (UNAM) y la Red Mexicana de Cuencas. Profesor/Investigador en el Instituto tecnológico Superior de Xalapa.



ARELI DEL CARMEN

Ortega Martínez

Licenciada en Ingeniería Química-Instituto Tecnológico de Orizaba. Maestra en Ciencias en Ingeniería Química-Instituto Tecnológico de Orizaba. Doctora en Ciencias con Especialidad en Biotecnología por el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Profesor de Tiempo Completo de la Facultad de Ciencias Químicas, Campus Coatzacoalcos-Universidad Veracruzana. Perfil Deseable PRODEP-SEP.

E-mail: areortega@uv.mx.



CIRSE A.

Urrutia Reyes

Licenciada en Arquitectura por la Universidad Veracruzana; realizó una estancia sobre estudios bioclimáticos en la Universidad de Arquitectura y Urbanismo de Mendoza-Argentina. Maestra en Procesos y Expresión Gráfica en la Proyección Arquitectónica Urbana-Universidad de Guadalajara. Actualmente se desempeña como docente en la carrera de Ingeniería Civil en el Instituto Tecnológico Superior de Xalapa.



DANIEL ALEJANDRO

Lara Rodríguez

Ingeniero en Sistemas de Producción Agropecuaria-Universidad Veracruzana. Maestro en Ciencias en Agroecosistemas Tropicales-Colegio de Posgraduados. Profesor de la Facultad de Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuaria-Universidad Veracruzana., Publicación de diversos artículos en revistas internacionales indexadas de arbitraje riguroso, autor de dos libros y corresponsable del Módulo Alternativas Sustentables en la Universidad Veracruzana.

E-mail: dlara@uv.mx



DINORA

Vázquez Luna

Ingeniero en Sistemas de Producción Agropecuaria-Universidad Veracruzana. Maestra en Ciencias en Producción Agroalimentaria en el Trópico-Colegio de Posgraduados. Doctora en Ciencias con Desarrollo Rural-Colegio de Posgraduados. Profesor de Tiempo Completo en la Facultad de Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuaria-Universidad Veracruzana. Perfil PRODEP. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Arbitro internacional y coparticipe en la Maestría y Doctorado en Ciencias Agropecuaria y en la Maestría en Desarrollo Agropecuario-Universidad Veracruzana.

E-mail: divazquez@uv.mx



EMMANUEL

Herrera Martínez

Ingeniero agrónomo-Universidad Veracruzana. Coordinador de producción de finca los barreales S de R.L.Mi. Fundador del proyecto Comuna de café con ciencia. Con experiencia en la evaluación de proyectos productivos y en el cultivo de hortalizas como tomate y lechuga. Experiencia de más de 30 años en el cultivo del café, desde su agronomía hasta la extracción.

E-mail: capej@live.com.mx



ESTHER

García Gil

Licenciada en Ingeniería Química por el Instituto Tecnológico de Minatitlán. Maestra en Ciencias en Ingeniería Ambiental por el Instituto Tecnológico de Minatitlán. Profesora e investigadora adscrita al Departamento de Química y Bioquímica y pertenece a la Unidad de Investigaciones del Medio Ambiente.

E-mail: mcesthergarciaquil@gmail.com



HÉCTOR VENANCIO

Narave Flores

Licenciado en Biología-Universidad Veracruzana. Maestro en Política, Gestión y Derecho Ambientales-Universidad Anáhuac. Doctor en Desarrollo Regional Sustentable-Colegio de Veracruz. Director de la Facultad de Biología. Investigador-INIREB. Subdelegado Federal de Protección Ambiental y coordinador de proyectos productivos-SEDESOL. Director de Ecología Municipal de Xalapa. Co-autor de tres libros y 27 artículos científicos y de divulgación. Perfil PRODEP-SEP. Actualmente, docente en la Facultad de Biología y en la maestría en Gestión Ambiental para la sustentabilidad-Universidad Veracruzana.



HEIDY LOURDES

Rodríguez Casanova

Licenciada en Psicología-Universidad Veracruzana. Maestra en Educación-Universidad de Juárez Autónoma de Tabasco. Profesora e investigadora adscrita al Departamento de Química y Bioquímica, actualmente es consejera institucional de Sub-Comité de Ética del Instituto Tecnológico de Minatitlán e instructora de Capacitación para docentes y alumnos y se desempeña como Psicóloga clínica en el servicio privado.

E-mail: heidylurc@gmail.com



IRMA

Zitácuaro Contreras

Licenciada en Ciencias Atmosféricas-Universidad Veracruzana. Maestra en Desarrollo Regional Sustentable-El Colegio de Veracruz y en Alta Dirección y Gestión Administrativa-Universidad de Xalapa. Doctorante en Desarrollo Regional Sustentable-El Colegio de Veracruz.

E-mail: izitacuaro@yahoo.com.



JORGE ALBERTO

Cortés Morales

Ingeniero en Sistemas Computacionales por el Instituto Tecnológico Superior de Xalapa. Maestro en Telemática por la Universidad Veracruzana. Docente en la Universidad Interserrana del Estado de Puebla – Chilchotla. 5 años en el sector medio ambiental. Facilitador e instructor capacitado por ITQ en cursos CCNA de la empresa Cisco. Docente en el Instituto Tecnológico Superior de Xalapa.



JOSÉ LUIS

Marín Muñiz

Ingeniero Químico. Maestro en Ciencias Ambientales. Doctor en Ecología Tropical por el Centro de Investigaciones Tropicales-Universidad Veracruzana. Investigador de El Colegio de Veracruz. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores.

E-mail: soydrew@hotmail.com.



LAURA CELINA

Ruelas Monjardin

Es Licenciada en Sociología, Maestra en Organización y Sistemas por la Universidad Veracruzana. Doctorado (PhD) por The University of Liverpool, Reino Unido. Post doctorado por the University of British Columbia, Vancouver, BC, Canadá. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, Nivel II. Adscrita al Instituto Tecnológico Superior de Xalapa. Sus líneas de investigación: manejo integral del agua, planeación urbana sustentable, gobernanza y resiliencia ambiental. Es miembro de tres redes temáticas sobre el agua.



LILIANA GABRIELA

Hernández Poblete

Alumna de la Licenciatura de Ingeniería Ambiental.

E-mail: lg.herpoblete@gmail.com



LINA

Rodríguez Ramos

Ingeniera Industrial-Instituto Tecnológico de Orizaba. Maestra en Ingeniería Industrial-Instituto Tecnológico de Puebla. octorado en Administración y Desarrollo Empresarial-Colegio de Estudios Avanzados de Iberoamérica. Experiencia de 6 años en la industria automotriz en áreas de programación de la producción, logística, mejora de procesos, calidad compras y embarques. Auditora de sistemas de calidad ISO 9000 e ISO 14000. Miembro y asesor del Instituto de Ingenieros Industriales y de sistemas. Actualmente es Docente el Instituto Tecnológico Superior de Xalapa.



MARÍA DE LOS ANGELES

Chamorro Zárate

Licenciado en Biología-Universidad Veracruzana. Maestra en Ciencias-Universidad Nacional Autónoma de México. Doctora en Ciencias Ambientales-Universidad de Xalapa. Profesora de la Facultad de Biología, Coordinadora de la Maestría en Gestión Ambiental para la Sustentabilidad y Coordinadora del Diplomado Gestión Ambiental Municipal-Universidad Veracruzana. Autora y Coautora de 7 libros. Ponente en eventos nacionales e internacionales. Directora en 30 tesis de Licenciatura y Posgrado. Responsable del CA UV 362. Integrante de la Cátedra UNESCO sobre Ciudadanía, Educación y Sustentabilidad del Desarrollo.



MARÍA DEL CARMEN

Cuevas Díaz

Licenciada en Químico Farmacéutico Biólogo-Universidad La Salle. Maestra en Ingeniería Ambiental, Instituto de Ingeniería-Universidad Veracruzana. Doctora en Ciencias en Ecología y Biotecnología. Profesor de Tiempo Completo, Facultad de Ciencias Químicas campus Coatzacoalcos-Universidad Veracruzana. Decana 2019 por el Área Técnica. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Perfil Deesable PRODEP.

E-mail: ccuevas@uv.mx



MARÍA GISELA

Velázquez Silvestre

Licenciada en Biología-Universidad Veracruzana. Maestra en Comunicación y Tecnología Educativa-ILCE. Docente en las Facultades de Biología y de Ciencias Agrícolas-Universidad Veracruzana. Coordinó la Red Universitaria para la Sustentabilidad en Acayucan. Es integrante de la Comisión Regional para la Sustentabilidad región Coatzacoalcos-Minatitlán-Acayucan. Participó en 25 proyectos de investigación y tesis. Actualmente es docente de Tiempo completo en la Facultad de Ingeniería-Universidad Veracruzana.



MARISOL

Montes Delgado

Docente de Educación Primaria por la Benemérita Escuela Normal Veracruzana. Diplomada en Niños con Aptitudes Sobresalientes y Seminario JUVEPICE, programa de intervención para niños con TDAH por la Secretaría de Educación de Veracruz. Seminario CLASE DIA (Desarrollo de Inteligencias a través del Arte) por *La Vaca Independiente*.

E-mail : marisolmd@gmail.com



MILENA DEL CARMEN

Pavón Remes

Ingeniera Química-Universidad Veracruzana. Maestra en Gestión de la Calidad-Universidad Veracruzana. Docente de la Facultad de Ciencias Químicas, Facultad de Contaduría y Administración, Maestría en Gestión de la Calidad y Maestría en Ciencias Administrativas. Coordinadora de cursos PROFA. Representante de Equidad de Género de la Facultad de Ciencias Químicas, campus Coatzacoalcos.

E-mail: mipavon@uv.mx, milena_mpr@hotmail.com



MONSERRAT

Vidal Álvarez

Ingeniera Química-Instituto Tecnológico de Orizaba. Maestra en Ciencias-Instituto de Ecología A.C. Especialista en Diagnóstico y Gestión Ambiental-Universidad Veracruzana. Doctora en Desarrollo Regional Sustentable-Colegio de Veracruz. Profesor investigador de El Colegio de Veracruz. Líneas de investigación: Educación Ambiental para la Sustentabilidad, Gestión Ambiental para la sustentabilidad, Investigación Acción Pedagógica para la sustentabilidad, Transferencia de biotecnología ambiental.

E-mail: monserrat.vidal@gmail.com



ROBERTO CARLOS

Moreno Quirós

Maestro en Ciencias Ambientales e Ingeniero Ambiental-Universidad Veracruzana. Docente de la Facultad de Ciencias Químicas-campus Coatzacoalcos-Universidad Veracruzana. Director de 13 tesis de Licenciatura. 2 publicaciones en revistas con arbitraje. 1 capítulo de libro. Participó en Congresos internacionales y nacionales. Miembro del CA UV-CA-494. Coordinador Regional para la Gestión de la Sustentabilidad de la UV región sur. Miembro de la Asociación Mexicana de Ingeniería y Gestión Ambiental. Miembro del Colegio de Ingenieros Ambientales de México.



ROSA MARÍA

Arias Mota

Licenciada en Biología y Maestra en Ciencias Forestales-Universidad Autónoma de Nuevo León. Doctora en Ciencias-Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Post doctorado en el Instituto de Ecología, A.C. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Ha realizado estancias científicas internacionales y publicado cerca de 55 artículos en revistas indexadas. Fundadora de la línea de investigación: Uso de las interacciones fúngicas como alternativas sustentables para la restauración y fertilidad de los suelos. Actualmente adscrita al Instituto Tecnológico Superior de Xalapa.



SARA

Núñez Correa

Licenciada en Ingeniería Química. Maestra y Doctora en Ciencias (Ingeniería Química) en la Universidad Autónoma Metropolitana. Estancia Pos-Doctoral en la Universidad de Zaragoza, España y en el Tecnológico de Monterrey. Docente de Tiempo Completo en la Facultad de Ciencias Químicas-Universidad Veracruzana. Miembro del CA UV-CA-494. Dirección de 17 tesis de Licenciatura y Maestría. 8 publicaciones en revistas con arbitraje. Participación en Congresos internacionales y nacionales. Miembro del consejo directivo de la AMIDIQ. Miembro del consejo directivo de la ACAT.



TEODORO

Bravo Gabriel

Licenciado en Pedagogía-Universidad Veracruzana. Maestrante de la Universidad Euro Hispanoamericana. Activista político y ambiental, creador y precursor del proyecto ciudadano medio ambiental, Reforestando Cuencas. Autor del libro “La importancia de la participación ciudadana en la educación ambiental, para lograr incidencia en las políticas públicas”. Miembro de Salva tu maíz salva tu familia. Jefe de Oficina en la Unidad de Planeación, Evaluación y Control Educativo- SEV.

E-mail: bravogabriel@gmail.com, tbravo@msevgob.mx



VERA LAURA

Spindler Díaz

Estudiante de la licenciatura en Biología por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Realizó su Práctica profesional en el Instituto de Ecología A.C. (INECOL). Tomó cursos en Universidad Autónoma de Tlaxcala. Colaboró con las actividades de divulgación Los tesoros de La Malinche de la UAT y en los talleres del proyecto INFOCAB. Estancia de Formación biológica y Concientización Ambiental en la Estación científica de La Malinche (ECLM).

E-mail: verinasd@gmail.com

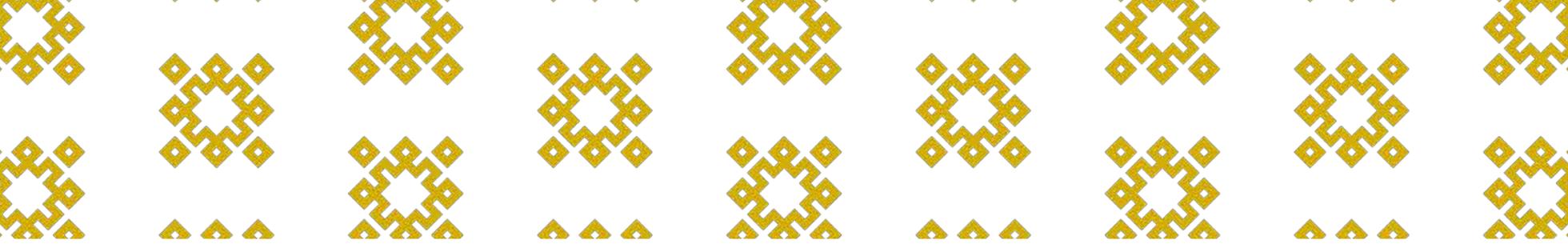


YOMARA ABIGAIL

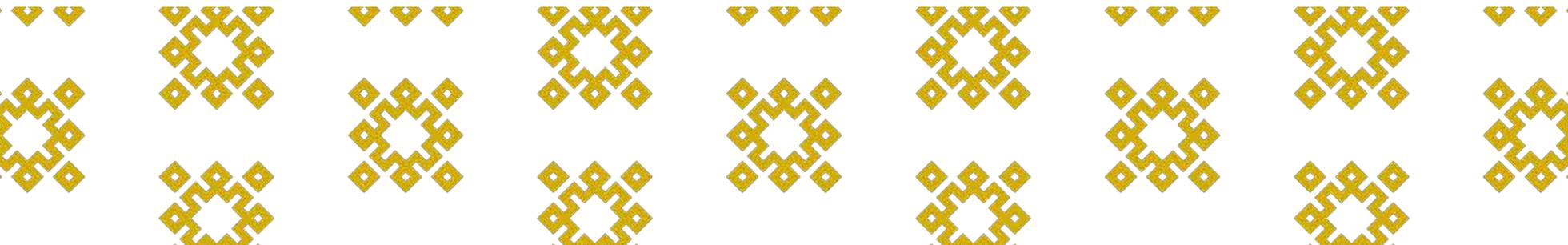
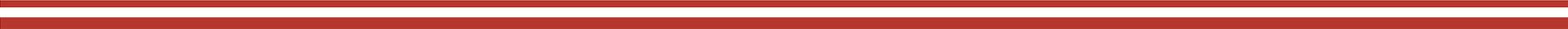
Zapata Hernández

Alumna de la Licenciatura de Ingeniería Ambiental.

E-mail: aramoyrsla@gmail.com



DISPOSICIONES Y EXCEPCIONES



Esta obra fue realizada con el apoyo financiero del **Fondo Ambiental Veracruzano**, bajo los lineamientos y estructuración de la **Secretaría de Medio Ambiente**, queda **estrictamente prohibida su venta y la reproducción parcial o total de la misma**.

Esta publicación es de carácter académico y no persigue fines de lucro ni con las imágenes ni con los trabajos que aquí se presentan. Los textos expuestos son propiedad autoral de sus creadores, o de las instituciones que en su caso detentan los derechos (incluyendo, pero no limitado a texto, logotipos, contenido y fotografías); la alteración o deformación de esta obra, así como su reproducción pública sin el consentimiento de los autores o del legítimo titular de los derechos correspondientes, es constitutivo de un delito tipificado en la Ley Federal de Derechos de Autor, así como en las Leyes Internacionales de Derecho de Autor.

Atendiendo a lo anterior y debido a su naturaleza, cualquier persona puede acceder a la totalidad del contenido de esta obra teniendo el permiso de portar una copia en digital de la misma, para ello puede escanear el siguiente **código QR** con su dispositivo móvil para dirigirse al enlace del archivo. Si no cuenta con una aplicación para escanear códigos QR recomendamos instalar *Escáner QR y Código Barras*, disponible en la playstore de Google.

Escáner QR y Códigos Barras



Material de descarga

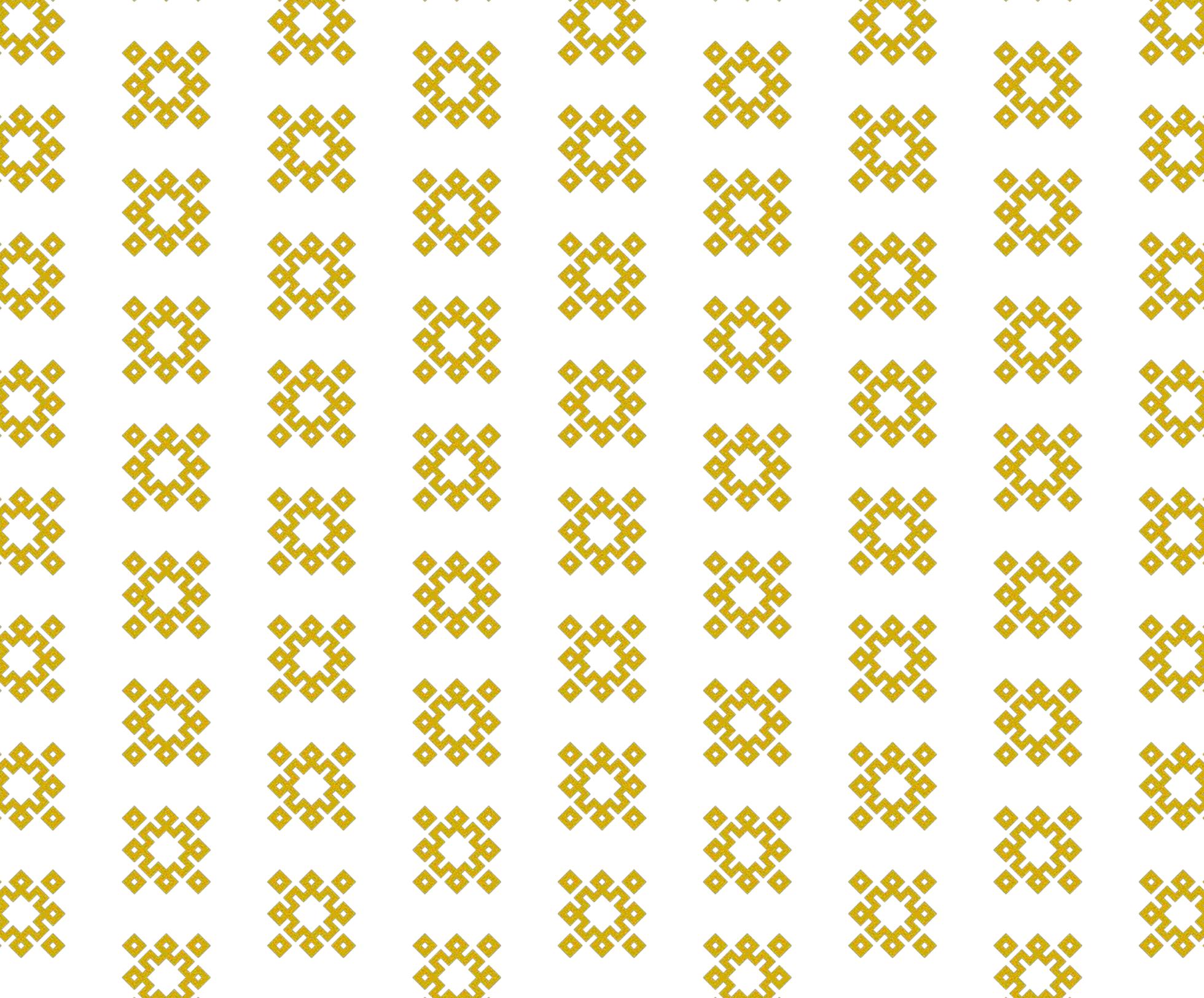




VERACRUZ
GOBIERNO
DEL ESTADO



ME LLENA DE **ORGULLO**





ISBN 978-607-8716-02-9



9 786078 716029 >